

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SERIGRÁFICA PARA
IMPRESIÓN A UN SOLO COLOR SOBRE OBJETOS CILÍNDRICOS ENTRE
10MM Y 100MM DE DIÁMETRO**

AUTOR:

RICARDO JOSÉ MOCHA BARBERÁN

TUTOR:

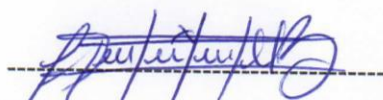
MARINO ANTONIO ERAZO LÓPEZ

Quito, marzo de 2016

Cesión de derechos de autor

Yo Ricardo José Mocha Barberán, con documento de identificación N° 1721749305, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: Diseño y construcción de una máquina serigráfica para impresión a un solo color sobre objetos cilíndricos entre 10mm y 100mm de diámetro, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Ricardo José Mocha Barberán

CI. 1721749305

Quito marzo del 2016

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación Diseño y construcción de una máquina serigráfica para impresión a un solo color sobre objetos cilíndricos entre 10mm y 100mm de diámetro, realizado por Ricardo José Mocha Barberán, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, marzo de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marino Erazo', written over a horizontal line.

Marino Antonio Erazo López

Cédula de identidad: 0401174842

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado primero a Dios por todas y cada una de las bendiciones, segundo a mis padres José y Norma quienes en cada instante de mi vida han estado presentes aconsejándome y apoyándome; por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, y agradecerles principalmente por su apoyo ya que sin el este logro no sería posible, a mis hermanas y amigos, que siempre han estado a mi lado dándome ánimos para no desfallecer y así poder culminar este proyecto con éxito.

A mis compañeros de clases con quienes se compartió los diferentes momentos, con los cuales se ha forjado una gran amistad y a quienes llevo en mi corazón con gran aprecio.

Agradecimiento

Agradezco a esta prestigiosa Universidad por haberme permitido formar parte de ella y llegar hasta donde lo he hecho, haciendo realidad este sueño anhelado.

A mis compañeros docentes del Colegio Técnico Salesiano “Don Bosco” quienes me apoyaron en el desarrollo de este proyecto.

Y por último a usted Ing. Marino Erazo, mi tutor, quien me brindó sus conocimientos y ayuda, los cuales fueron cruciales en el desarrollo de este proyecto de titulación.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I	2
Fundamento teórico	2
1.1 Generalidades	2
1.2 Estudio de la industria serigráfica	2
1.2.1 Calcomanías	2
1.2.2 El floqueado	3
1.2.3 Los adhesivos	4
1.2.4 Estampación	4
1.3 Estudio del proceso de serigrafía.....	5
1.3.1 Proceso de impresión serigráfica manual.....	5
1.4 Transformación de movimiento	7
1.4.1 Transformación de movimientos rectilíneos en movimientos de rotación 7	
1.5 Materiales de construcción utilizados en la industria serigráfica.....	7
1.5.1 Material del marco	7
1.5.2 Material de la malla.....	8
1.5.3 Material para la construcción de la estructura.....	8
Capítulo II.....	10
2.1 Selección de alternativas	10
2.1.1 Máquinas de impresión existentes en el mercado	10
2.1.2 Selección de alternativas para el diseño.....	13
2.1.3 Resumen de alternativas.....	22
2.2 Cálculo y diseño	23
2.2.1 Diseño de elementos estructurales	23
2.2.2 Selección de pernos para el soporte del marco	28

2.2.3	Selección de resortes	32
2.2.4	Diseño de tornillo de potencia.....	34
2.2.5	Selección de corredera	39
2.2.6	Diseño de elementos del sistema de impresión.....	41
a)	Selección de los pernos	41
2.2.7	Selección de rodamientos.....	48
2.2.8	Resumen de resultados	54
Capítulo III	57
	Análisis de costos	57
3.1	Costo de fabricación	57
3.1.1	Materia prima	57
3.1.2	Costo de mano de obra	58
3.1.3	Costo de máquina.....	58
3.1.4	Costo de insumos	59
3.1.5	Costo final de la máquina.....	60
	Análisis de resultados	60
3.2	Resultados obtenidos	60
3.2.1	Materiales utilizados	61
3.2.2	Versatilidad	62
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
Referencias	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Material para fabricación de hilos.....	8
Tabla 2. Propiedades Mecánicas	9
Tabla 3. Tipos de soportes	16
Tabla 4. Alternativas para la regulación de altura.....	19
Tabla 5. Sistema de registro	20
Tabla 6. Selección de material para la fabricación del marco.....	22
Tabla 7. Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería.....	26
Tabla 8. Catálogo tubo estructural cuadrado.....	27
Tabla 9. Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino	30
Tabla 10. Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino	46
Tabla 11. Factor de velocidad	50
Tabla 12. Coeficiente dinámico	50
Tabla 13. Mediciones de masa de recipientes	51
Tabla 14. Rodamientos de bolas	53
Tabla 15. Resumen de elementos seleccionados.....	55
Tabla 16. Costos de materia prima.....	57
Tabla 17. Costos de mano de obra	58
Tabla 18. Costo hora máquina	58
Tabla 19. Costo de insumos	59
Tabla 20. Costo de insumos	60
Tabla 21. Análisis de tiempo.....	61

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de Floqueado	4
Figura 2. Proceso de impresión manual	5
Figura 3. Mesa tipo libro y pantalla de impresión	6
Figura 4. Porta-malla de tipo ajustable o regulable.....	6
Figura 5. Distancia fuera de contacto “offset”	7
Figura 6. Marcos y materiales	8
Figura 7. Máquina plana manual serigráfica.....	10
Figura 8. Impresora serigráfica manual de objetos cilíndricos	11
Figura 9. Máquina neumática de serigrafía.....	12
Figura 10. Máquina semi-automática para serigrafía.....	13
Figura 11. Soporte por rodamientos.....	14
Figura 12. Soporte articulado.....	14
Figura 13. Soporte por matriz	15
Figura 14. Regulación de altura por topes	17
Figura 15. Regulación de altura por tornillo-tuerca	18
Figura 16. Sistema de registro.....	19
Figura 17. Marcos de madera.....	21
Figura 18. Marco de aluminio.....	21
Figura 19. Columnas	23
Figura 20. Diagrama del cuerpo libre del tubo cuadrado.....	25
Figura 21. Representación de momentos	26
Figura 22. Ubicación de los pernos a seleccionar	28
Figura 23. Medidas características para el cálculo de un perno.....	28
Figura 24. Geometría del resorte a tensión	32
Figura 25. Desplazamiento máximo del resorte a tensión	33
Figura 26. Tensión de Von Mises	33
Figura 28. Catálogo de corredera	40
Figura 29. Fuerza que actúa sobre la goma y carga sobre los pernos.	41
Figura 30. Racle	42
Figura 31. Diagrama de fuerzas	43
Figura 32. Medidas características para el cálculo de un perno.....	45
Figura 33. Ubicación de rodamientos	48
Figura 34. Rodamientos y objeto cilíndrico de menor diámetro admisible	54
Figura 35. Máquina finalizada	54

Índice de Ecuaciones

Ec 1 Masa total.....	24
Ec 2 Fuerza.....	24
Ec 3 Reacción A.....	25
Ec 4 Reacción B.....	25
Ec 5 Momentos “A” y “B”.....	25
Ec 6 Área del perno.....	28
Ec 7 Longitud roscada (L_t)	29
Ec 8 Longitud del sujetador (L)	29
Ec 9 Longitud de la parte sin rosca (l_d)	29
Ec 10 Longitud de agarre (l)	29
Ec 11 Longitud de la parte roscada l_t	30
Ec 12 Rigidez efectiva del perno	31
Ec 13 Constante de rigidez (C)	31
Ec 14 Precarga (F_i).....	31
Ec 15 Cálculo de la cantidad de pernos necesarios.....	32
Ec 16 Cálculo del diámetro medio (d_m)	34
Ec 17 Cálculo del diámetro interior (d_r)	35
Ec 18 Cálculo del ángulo de la hélice	35
Ec 19 Cálculo del par de torsión (TR) para elevar.....	36
Ec 20 Cálculo del par de torsión (TL) para bajar	36
Ec 21 Eficiencia (e) del tornillo.....	36
Ec 22 Esfuerzo cortante en el cuerpo (τ).....	37
Ec 23 Esfuerzo axial normal nominal (σ)	37
Ec 24 Esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca (σ_B).....	37
Ec 25 Esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca (σ_b)	38
Ec 26 esfuerzos principales.....	38
Ec 27 Esfuerzo cortante máximo	39
Ec 28 Ecuación de presión	42
Ec 29 Superficie para sujeción de la goma (As).....	42
Ec 30 Carga distribuida.....	43
Ec 31 Carga puntual.....	43
Ec 32 Carga dinámica	49
Ec 33 Carga estática	52

Índice de Anexos

Anexo 1: Facturas de materia prima	67
Anexo 2: Facturas de insumos	68
Anexo 3: Plano general de conjunto	72

Resumen

En este trabajo se presenta el **Diseño de una máquina serigráfica para impresión a un solo color sobre objetos cilíndricos entre 10mm y 100mm de diámetro.**

Las máquinas automatizadas para serigrafía cilíndrica son demasiado costosas, por su escasa o falta de producción nacional. Por estas razones, las empresas de publicidad en lugar de utilizar máquinas exclusivas para serigrafía, están realizando este trabajo con procesos empíricos, lo cual ocasiona que los resultados obtenidos no sean óptimos.

El funcionamiento de la máquina consiste en el paso de la tinta por medio de un rasero o racle, a través de una plantilla en la cual se realiza el revelado de los distintos logotipos requeridos; esta se encuentra tensada y es unida a un bastidor por medio de pegamento y grapas. El accionamiento proviene por parte de una palanca la cual dará movimiento al rasero mismo que se ubicará sobre la plantilla y en ese momento es cuando la base que contiene al estencil se moverá y de esta manera realizará la impresión deseada.

El diseño mecánico de esta máquina es económico adaptándose según las necesidades de operación, en este trabajo se muestra la factibilidad y viabilidad para realizar impresiones sobre objetos cilíndricos en periodos de 10 a 15 segundos. Se presentará figuras, tablas, planos, cálculos y simulaciones que serán de ayuda para alcanzar el objetivo de crear una máquina serigráfica y de esta manera permitir su industrialización.

Abstract

In this work I present a design above **Screen machine for printing on one color round between 10mm to 100 mm of diameter.**

The cylindrical automated screen printing machines are too expensive, due to their low and lack national production. For these reasons, the advertising companies instead of using exclusive machines for screen printing, are doing this work with empirical processes, which causes that they have low results under the optimal levels.

The operation of the machine is the passage of the ink by a squeegee, through a stencil template serving, together with a tight mesh in a frame. The drive comes from a lever which will move to standards which will be located on the template and then it is when the base containing the stencil must move and thus make the desired impression.

The mechanical design of this machine is economical and ergonomical and it adapts to the needs of operation, in this work shows that will be possible to make prints at intervals from 10 until 15 seconds per object. Diagrams, drawings, calculations and developed programs are presented, which may allow its industrialization.

Introducción

En la antigüedad la mayor preocupación en el área de mercadeo, fue como plasmar sus marcas o diseños sobre los diferentes objetos, para de esta manera publicitar y poder obtener ingresos económicos.

La impresión por serigrafía fue la base de la técnica utilizada en el presente, sus inicios fueron en Europa y Estados Unidos a principios del siglo XXI, a base de padrones hechos en papel engomado que, con la presencia de agua la superficie era pegada sobre un tejido cosido a una lona, el proceso de tensado era realizado manualmente sobre un marco de madera el cual en nuestro caso será conocido como el bastidor al cual se le fijaba la malla por medio de pegamento y grapas. A continuación sobre dicho marco, se colocaba la tinta se procedía a mover el racle para cargarla y posteriormente se arrastraba el racle y presionaba sobre el dibujo con la finalidad de permitir el paso de la tinta; está se regulaba a través de la plantilla la cual permitía la reproducción de las imágenes en cada uno de los objetos.

Debido a las necesidades de los consumidores y como proyecto tecnológico de titulación se ha decidido la elaboración de este trabajo, en el que se pretende seleccionar y construir una máquina serigráfica, para impresión en objetos cilíndricos.

Capítulo I

Fundamento teórico

1.1 Generalidades

En épocas pasadas en el Ecuador la serigrafía fue desconocida, en la actualidad se difunde en todas las áreas de manera especial en la industria de la publicidad, en la cual la población ha hecho énfasis por difundir sus productos ya que gracias a la ayuda de la serigrafía pueden plasmar sus diferentes logotipos y diseños.

1.2 Estudio de la industria serigráfica

Debido a que son muy variadas las aplicaciones que tienen los métodos serigráficos en la industria, se haría necesaria una explicación muy extensa y especializada, por lo que se expondrá solamente las técnicas que se usan de manera más frecuente en el campo industrial del Ecuador.

1.2.1 Calcomanías

Aplicada para la elaboración de trabajos publicitarios, como por ejemplo en la decoración de porcelana, cerámica, cristales, juguetes, maquinaria, etc. Se ha difundido la resolución serigráfica ya que en la industria de calcomanías se permite tirajes de número reducido en cualquier tamaño y la impresión en una variada gama de colores.

Según su producción se han clasificado en:

- ✓ Húmedas (estas se subdividen en: deslizantes y para contacto directo)
- ✓ Secas
- ✓ Vitrificables.

1.2.1.1 Calcomanías húmedas

Conocida como el tipo legítimo de calcomanía; debido a que su impresión se efectúa sobre un soporte de papel cubierto de cola soluble, puesto que consta de una sola hoja se le designa como simplex y cuando contiene dos, recibe el nombre de dúplex; el primero es un papel absorbente que recibe, de manera directa, una capa de cola soluble y el segundo está constituido por un papel resistente y otro de tipo tisú muy fino y removible sobre el que es aplicada la cola. (Callejas Ayala & Paredes Armas, 2002, p. 62)

1.2.1.2 Calcomanías en seco

(Callejas Ayala & Paredes Armas, 2002). “Conocidas con este nombre, debido a que en ellas no interviene la cola soluble, ni tampoco existe la intervención del agua como agente diluyente”. En este caso de calcomanías en seco se utiliza un papel transfer especial en el cual se aplica una capa de barniz seguida de un adhesivo, también especial, cuya acción es unir o fusionar más no es de tipo mecánico sino que actúa por polaridad.

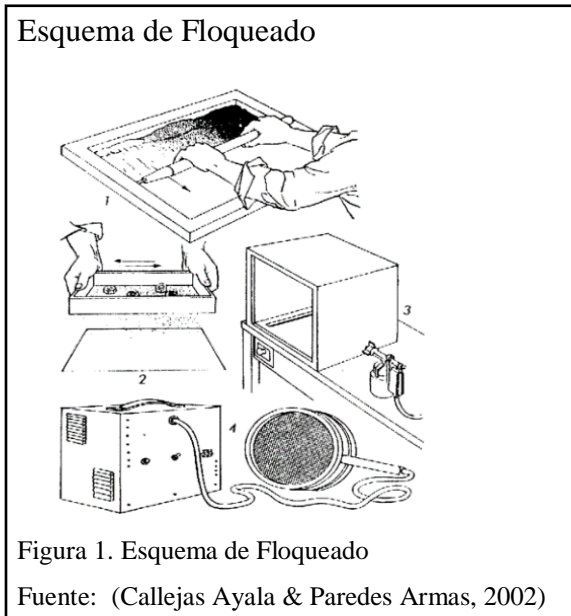
1.2.1.3 Calcomanías vitrificarles

En la actualidad no se presentan grandes limitaciones en cuanto a resolución de impresiones sobre superficies curvas o redondeadas; se sigue utilizando las calcomanías para la decoración de cerámica, cristales, debido a que ofrecen una mejor definición y delicadeza, también se puede destacar que permiten un grueso relieve que manifiesta el brillo y la calidad de las decoraciones a mano, así mismo una notable cualidad de resistencia al roce.

1.2.2 El floqueado

En artes gráficas tiene como significado a la aplicación por diferentes medios tales como: espolvoreado, pistola, o métodos electrostáticos. Sobre superficies recubiertas de una sustancia adhesiva que reciben por diferentes medios, siendo uno de estos la serigrafía; ésta no aplica al adhesivo sino que lo imprime en el grueso de capa más conveniente

y sobre cualquier material, sea cual sea su cualidad textural, grosor o forma. Entre las aplicaciones comprenden objetos, artículos de fantasía, elementos publicitarios, alfombras, banderines, estuches, insignias, tarjetas. (Figura 1) (Callejas Ayala & Paredes Armas, 2002, pp. 66,67)



1.2.3 Los adhesivos

Su producción es para superficies flexibles, rígidas y semi-rígidas, absorbentes, sintéticos, plásticos, y su color por lo general es muy parecido al de la fibra pues para ello se les agrega de 5 a 10 % del tinte utilizado para colorear la fibra.

1.2.4 Estampación

Según (Callejas Ayala & Paredes Armas, 2002, p. 70). “Es una técnica de serigrafía que puede ser utilizada en varios materiales como por ejemplo el plástico, metal, tejidos, cristal y madera”. En este caso se desarrolla la estampación en plástico, metal y cristal.

a) Estampación sobre plásticos

Dentro del campo de la serigrafía es el único procedimiento que puede satisfacer dicho requerimiento, debido a la necesidad específica de tinta para cada aplicación.

b) Estampación sobre metal

Para efectuar el procedimiento de estampación sobre metal la superficie a imprimir debe cumplir con ciertos estándares como son: el estar perfectamente limpia y libre de grasa. En los metales es imprescindible una capa de pintura base sobre su superficie.

c) Estampación sobre cristal

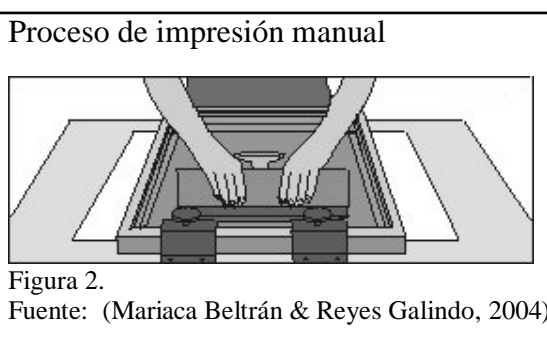
Posee la capacidad de asimilar cualquier tipo de tinta, aunque considerando su consistencia carece de toda cualidad de absorción.

1.3 Estudio del proceso de serigrafía

Los procesos serigráficos en la industria, han tenido una evolución con el pasar de los años debido a la exigencia del mercado tanto en calidad como a cantidad se refiere. A continuación se detallará los procesos de serigrafía más frecuentes.

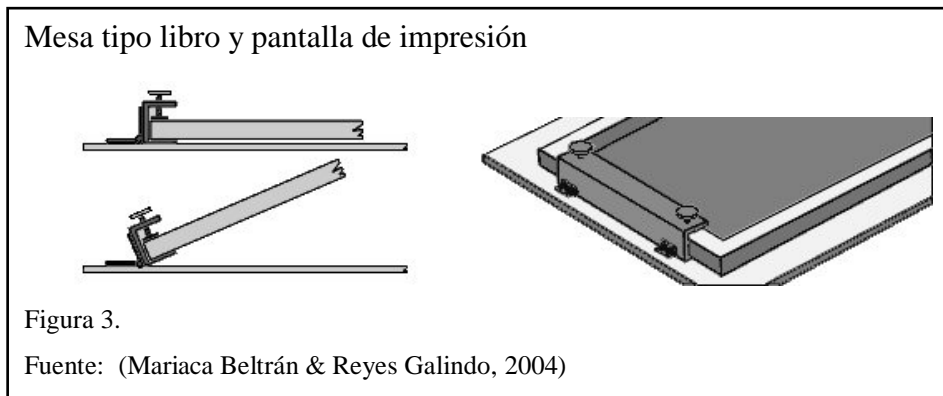
1.3.1 Proceso de impresión serigráfica manual

En este proceso el operador aplicaba presión directamente sobre el rasero o racle, posteriormente desplazaba este sobre la plantilla o estencil dejando así marcado el elemento. Este proceso al ser repetitivo resulto cansado y monótono por lo cual no se obtenían buenos resultados ya luego de algunas horas de trabajo decaía el rendimiento del operador y por lo tanto las metas diarias no eran las mismas en el transcurso de los días. (Figura 2) (Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004, p. 4)

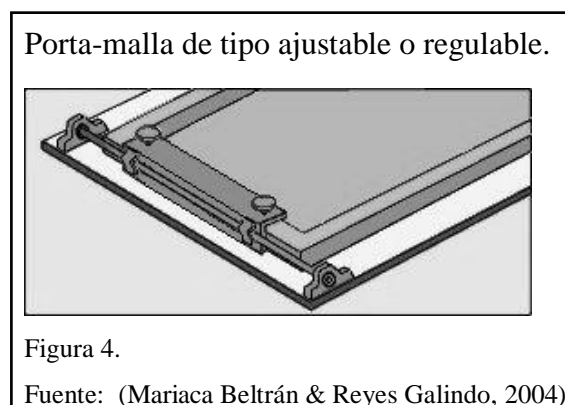


A continuación se presenta el conjunto de la mesa serigráfica tipo libro, la cual está constituida por, una base, un marco de madera, sujetos entre sí por diversos tipos de

elementos mecánicos. Para fijar el porta-mallas se encontró un perfil “tipo C” con un par de tornillos los cuales sirven para fijar el marco. La pantalla para impresión serigráfica está constituida por una malla tensada la cual está unida al marco por medio de pegamento y grapas lo cual hará que estos elementos se fijen y logren su objetivo. (Figura 3)



Al husillo se lo conoce como uno de los sistemas para limitar la distancia entre la pantalla y el tablero. El ajuste es un factor determinante durante la impresión serigráfica, en las máquinas manuales el ajuste se realiza por medio de topes los cuales limitan la carrera del mismo. En la figura 4 se muestra un porta-mallas de tipo ajustable o regulable, con la capacidad de adaptarse a diferentes tamaños de pantallas.



Entre la malla y el material u objeto a imprimir debe existir una distancia fuera de contacto o también conocido con el nombre de “offset”. Dicha distancia permitirá que el material no tome contacto con la superficie antes de efectuar la impresión y por efecto de tensión en la malla esta se separe inmediatamente después, del paso del rasero o racle. (Figura 5) (Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004, p. 8)

Distancia fuera de contacto “offset”

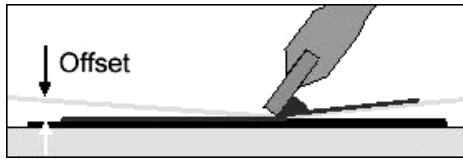


Figura 5.

Fuente: (Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004)

1.4 Transformación de movimiento

Por medio de varios métodos es posible transformar el movimiento y de esta manera transmitirlo utilizando diferentes mecanismos.

- Mecanismos que transforman movimientos de rotación en movimientos rectilíneos.
- Mecanismos que transforman movimientos de rotación en movimientos alternativos.

1.4.1 Transformación de movimientos rectilíneos en movimientos de rotación

Este sistema transforma el movimiento lineal en circular por medio de dos elementos: una pantalla la cual se desplaza sobre las guías y toma contacto con la superficie del objeto cilíndrico y transforma el movimiento lineal en circular.

1.5 Materiales de construcción utilizados en la industria serigráfica

En este caso se dispone de una variedad de partes y piezas por lo tanto se analizará las alternativas en las cuales se puede efectuar su fabricación.

1.5.1 Material del marco

Para la construcción del marco se tiene como alternativas la madera y el metal (acero y aluminio). Cada marco, ya sean contruidos en madera o metal, deben poseer sus esquinas ligeramente redondeadas para no romper las plantillas. (Figura 6)

Marcos y materiales

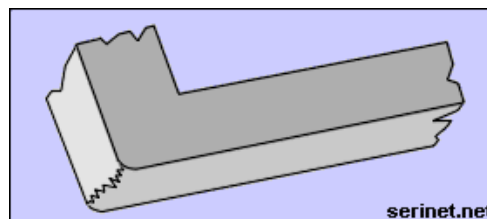
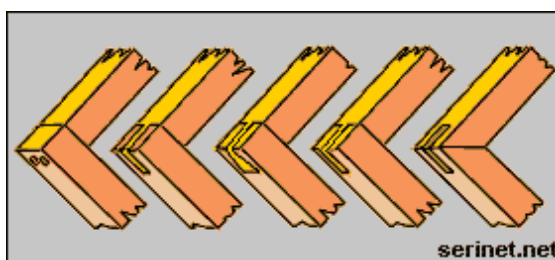


Figura 6.

Fuente: (Acuña, 2010)

1.5.2 Material de la malla

Entre los materiales para la fabricación de hilos para malla se tiene: sintético, metálico y metalizado. El material más utilizado es el sintético debido a sus cualidades como es un 6% de estiramiento lo cual ayuda a la impresión en objetos irregulares.

Según (Maldonado Martínez, 2012). “Dentro de las principales características que debe poseer la malla se tiene: resistencia a la tracción, al roce, a los productos químicos, fácil paso de tinta, fácil de limpiar y buena estabilidad dimensional.”

Tabla 1.

Material para fabricación de hilos

Sintético	Metálico	Metalizado
Nylon monofilamento	Bronce fosfórico	Malla antiestática
Poliéster monofilamento	Acero inoxidable	

Nota: (Maldonado Martínez, 2012)

1.5.3 Material para la construcción de la estructura

El material para la construcción estructural de las máquinas para serigrafía cilíndrica es A36 debido a ser un material de fácil soldabilidad y por poseer una gran variedad de perfiles estructurales.

El acero A36, tiene una densidad de 7850 kg/m³ (0.28 lb/in³). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 plg. (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPA (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPA (32 ksi), y el mismo límite de rotura. (Castro, 2015)

Tabla 2.
Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

Nota: (Castro, 2015)

Capítulo II

2.1 Selección de alternativas

2.1.1 Máquinas de impresión existentes en el mercado

A continuación se detallarán dos tipos de máquinas de impresión serigráfica.

- ✓ Máquina de serigrafía manual.
- ✓ Máquina de serigrafía semiautomática: neumática / eléctrica.

2.1.1.1 Máquina de serigrafía manual

Las primeras máquinas de serigrafía disponían de una mesa lisa, en la que se acoplaba un soporte de madera y se sujetaba al marco por medio de bisagras, estas mesas también de tipo libro, se empleaban para la impresión manual y son el origen de las máquinas de impresión que se utilizan hoy en día. Las máquinas más usadas eran las de tipo libro y se les denominaban máquinas planas, esta denominación se les dio a causa de sus características geométricas. (Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004, p. 15) (Figura 7)

Máquina plana manual serigráfica

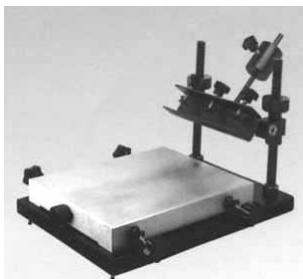


Figura 7. Máquina plana manual serigráfica
Fuente: (Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004)

Una impresora serigráfica de objetos cilíndricos, puede imprimir en: vasos, frascos, termos objetos de grandes diámetros, pero a su vez en esferográficos los cuales

representarían el diámetro mínimo de impresión, este tipo de impresora en particular es de uso manual.

En la actualidad estas máquinas se fabrican en diversos tamaños, para poder imprimir desde el más pequeño objeto como puede ser un lápiz, hasta tambores de grandes diámetros. Normalmente se diseñan para ajustarse a los soportes de los envases, lo cual permite imprimir en una gran variedad de tamaños y a su vez existen moldes los cuales permiten una producción en serie manteniendo formatos específicos.

En los años 70s se realizó una variación del diseño de las máquinas de impresión en redondo, y se les denominó máquinas de “*pantalla rotatoria*”, estas máquinas difieren de los principios convencionales de la serigrafía. La pantalla tiene la forma de un cilindro perforado, hecho a base de dos aros de metal ligero en sus extremos le dan rigidez y tensión. La regleta está hueca, permitiendo que la tinta pase directamente a través de la pantalla, es decir, la tinta va en el interior de la pantalla con la regleta. La pantalla gira alrededor de la base de impresión y el soporte a imprimir es forzado a través de la abertura de la pantalla. Las pantallas rotatorias están hechas como las pantallas convencionales, con mallas a diferente número de hilos por pulgadas. Las máquinas se fabrican en tamaños standard marcando el ancho de los materiales a imprimir donde la circunferencia de la pantalla marca la longitud de la impresión.

(Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004, p. 15) (Figura 8)

Impresora serigráfica manual de objetos cilíndricos

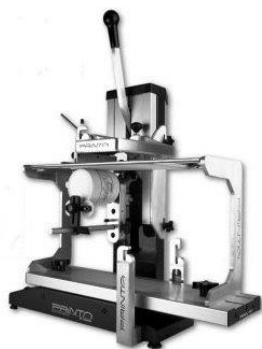
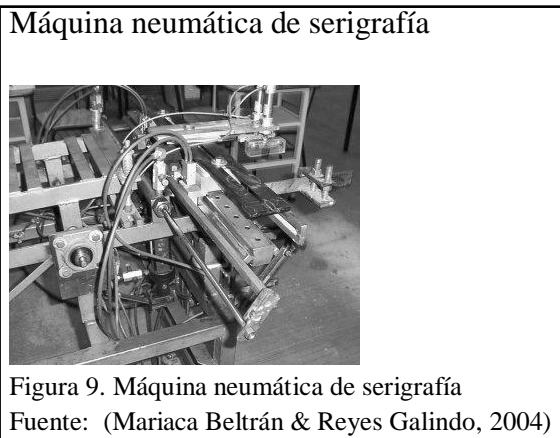


Figura 8. Impresora serigráfica manual de objetos cilíndricos

Fuente: (Mariaca Beltrán & Reyes Galindo, 2004)

2.1.1.2 Máquina serigráfica neumática

En el diseño de tipo acción de libro, se presenta una máquina de serigrafía, que cuenta con componentes neumáticos de elevación de pantalla y movimientos del rasero o racle. En esta máquina la guía mecánica está dada por la longitud de carrera del cilindro. (Figura 9)



El inicio de la impresión comienza con la pantalla desplazada a la izquierda del cabezal, para que la mesa de absorción quede a la vista y con tres topes o guías para la colocación del material a imprimir. La pantalla se sitúa sobre el material a imprimir y desciende al mismo tiempo que el rasero o racle comienza a realizar la impresión, de este modo se forza a la tinta al paso por la malla.

Cuando termina el ciclo, vuelve a elevarse y la regleta cubre la pantalla de tinta mientras asciende, esto mantiene fresca la imagen a imprimir y queda preparada para el próximo ciclo. Una vez seco el material impreso, se sitúa el siguiente y comienza de nuevo el ciclo.

Estas máquinas son conocidas como máquinas semiautomáticas, donde la acción de la pantalla y la impresión están mecanizadas, pero el material a imprimir se coloca manualmente. (Callejas Ayala & Paredes Armas, 2002) (Figura 10)

Máquina semi-automática para serigrafía



Figura 10. Máquina semi-automática para serigrafía

Fuente: (Silksmaq, 2013)

2.1.2 Selección de alternativas para el diseño

Para realizar una selección correcta de los mejores elementos de la máquina se ha previsto basarse en los ya encontrados en el mercado, obteniendo de esto los mejores y así poder discernir cuales parámetros son necesarios para el diseño, se realizará tablas estadísticas en las cuales se valorará la versatilidad, facilidad de construcción y la facilidad de adquisición de los materiales obteniendo como resultado el parámetro más factible para ser elaborado y así poder realizar un diseño versátil y acorde a las necesidades del mercado.

2.1.2.1 Selección de tipos de soportes

Se seleccionará entre los mejores elementos que pueden componer los diferentes tipos de soportes, basándose en las características de cada uno de ellos, obtenido el mecanismo más adecuado para el funcionamiento.

Alternativa 1

Soporte por rodamientos

La alternativa mostrada a continuación consta de un sistema de rodamientos, el cual es accionado, cuando el marco conjuntamente con la malla tiene contacto sobre la superficie de los objetos cilíndricos efectuándose así el rotar de los rodamientos. (Figura 11)

Soporte por rodamientos

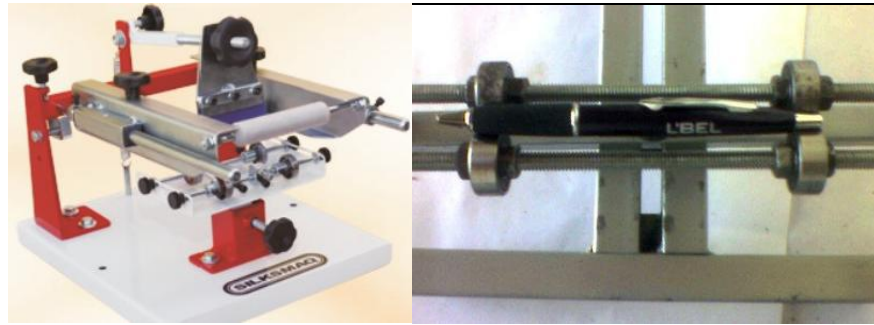


Figura 11. Soporte por rodamientos

Fuente: (Silksmaq, 2013)

Ventajas

- ✓ Uniformidad del trabajo
- ✓ Permite realizar impresiones en objetos de grandes longitudes
- ✓ Fácil fabricación

Desventajas

- ✓ No facilita la producción en serie

Alternativa 2

Soporte articulado

La alternativa que se muestra, consta de un sistema articulado, el cual es accionado cuando el marco junto con la malla tiene contacto sobre la superficie de los objetos efectuándose así el rotar de los rodamientos. (Figura 12)

Soporte articulado



Figura 12. Soporte articulado

Fuente: (Crocetex, 2006)

Ventajas

- ✓ Uniformidad del trabajo
- ✓ Facilidad para acoplarse a otros objetos.

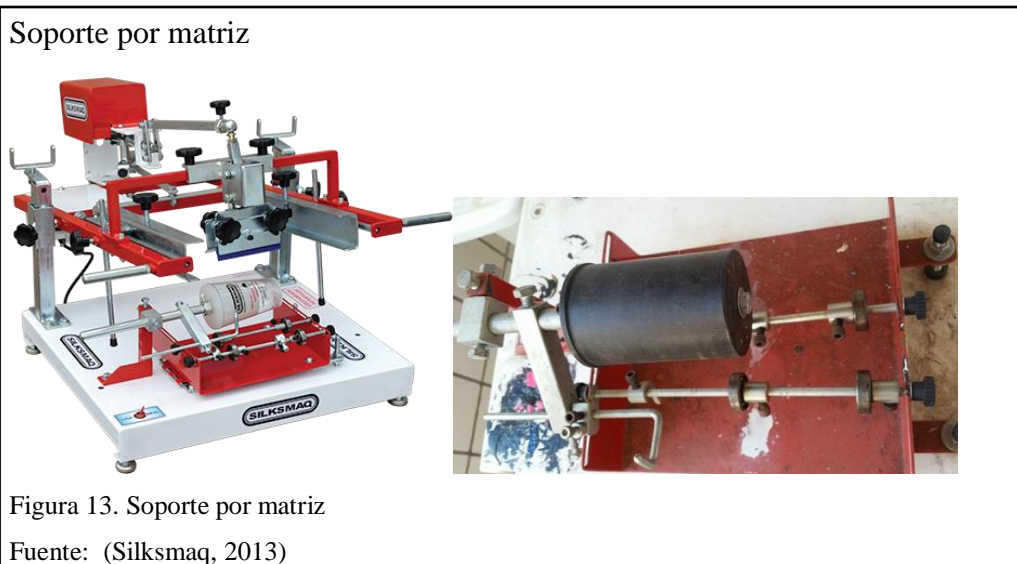
Desventajas

- ✓ Fabricación compleja
- ✓ No facilita la producción en serie

Alternativa 3

Soporte por matriz

A continuación se muestra un sistema de soporte por matriz, el cual es accionado, cuando el marco conjuntamente con la malla tiene contacto sobre la superficie de los objetos cilíndricos efectuándose así el rotar de los rodamientos. (Figura 13)



Ventajas

- ✓ Producción en serie y en grandes cantidades.
- ✓ Uniformidad del trabajo

Desventajas

- ✓ Fabricación compleja
- ✓ Dificultad para acoplarse a otros objetos.

Para puntuar a cada alternativa se ha previsto los siguientes parámetros:

- ✓ **Versatilidad**
- ✓ **Facilidad de construcción**
- ✓ **Facilidad de adquisición del material**

De donde se determina que:

- ✓ La versatilidad se evaluará sobre el 60%, debido a la necesidad de una máquina que se acople a los diferentes tipos de trabajos existentes.
- ✓ Facilidad de construcción 20%, por efecto de tiempos y costos de trabajo.
- ✓ Facilidad de adquisición de materiales 20%, debido a la existencia del mismo en el mercado nacional.

Para analizar las alternativas se utilizará un sistema de puntuación, en donde se evaluará de la siguiente manera:

Cumple favorablemente el parámetro de selección	4
Cumple el parámetro	3
No cumple favorablemente el parámetro de selección	2
Incumple el parámetro	1

Tabla 3.
Tipos de soportes

Tipos de soportes	Versatilidad	60%	Facilidad de construcción	20%	Facilidad de adquisición de materiales	20%	TOTAL 100%
Rodamientos	2	1,2	4	0,8	4	0,8	2.8
Articulado	3	1,8	2	0,4	4	0,8	3
Matriz de impresión	1	0,6	3	0,6	4	0,8	2
Mixto	4	2,4	1	0,2	4	0,8	3.4

Nota: Ricardo Mocha

La tabla de resultados refleja como puntaje máximo **4**, la opción de soporte mixto (rodamiento, articulado y matriz) tiene **3.4 puntos**, de esta manera es la que incurre con la mayor puntuación y cumple con las condiciones y parámetros necesarios para la construcción de la máquina.

2.1.2.2 Selección para la regulación de altura

Para la regulación de altura se realizará la selección entre: topes, tornillo-tuerca y mixto. Como objetivo principal será determinar el sistema más adecuado para el trabajo.

Alternativa 1

Regulación de altura por topes

La regulación por topes es una de las más comunes y la más utilizada. (Figura 14)



Ventajas

- ✓ De fácil utilización
- ✓ Fácil de fabricar

Desventajas

- ✓ Complejo movimiento para la regulación de altura debido a la manipulación de la estructura; aumenta procesos innecesarios.

Alternativa 2

Regulación de altura por tornillo-tuerca

La regulación por tornillo-tuerca es mucho más exacta y versátil; debido a no tener que manipular parte de la estructura manualmente. (Figura 15)



Ventajas

- ✓ De fácil utilización
- ✓ Fácil de fabricar

Desventajas

- ✓ Complejo movimiento para la regulación de altura debido a la manipulación de la estructura; aumenta procesos innecesarios.

Para puntuar a cada alternativa se ha previsto los siguientes parámetros:

- ✓ **Versatilidad**
- ✓ **Facilidad de construcción**
- ✓ **Facilidad de adquisición del material**

Tabla de valores que se asignaran para la regulación de altura.

Cumple favorablemente el parámetro de selección	3
Cumple el parametro	2
No cumple favorablemente el parámetro de selección	1

Tabla 4.

Alternativas para la regulación de altura

Tipos de regulación de altura	Versatilidad	70%	Facilidad de construcción	20%	Facilidad de adquisición de materiales	10%	Total 100%
Topes	1	0,7	3	0,6	3	0,3	1,6
Tornillo-tuerca	2	1,4	2	0,4	3	0,3	2,3
Mixto	3	2,1	1	0,2	3	0,3	2,6

Nota: Ricardo Mocha

La tabla de resultados refleja un puntaje máximo de **3 puntos** la opción de soporte mixto obtiene **2.6 puntos**, de esta manera es la que incurre con la mayor puntuación y cumple con las condiciones y parámetros necesarios para la construcción de la máquina.

2.1.2.3 Selección para la aplicación de un sistema de registro

Para poder determinar si se requiere un sistema de registro se realizará una tabla en la cual se reflejara la factibilidad de su aplicación. (Figura 16)



Para puntuar a cada alternativa se ha previsto los siguientes parámetros:

- ✓ **Versatilidad**
- ✓ **Facilidad de construcción**
- ✓ **Facilidad de adquisición del material**

Tabla de valores que se asignarán para la aplicación de un sistema de registro.

Cumple favorablemente el parámetro de selección	2
No cumple favorablemente el parámetro de selección	1

Tabla 5.

Sistema de registro

Alternativas	Versatilidad	70%	Facilidad de construcción	20%	Facilidad de adquisición de materiales	10%	Total 100%
Sin sistemas de registro	1	0,7	1	0,2	1	0,1	1
Con sistema de registro	2	1,4	2	0,4	2	0,2	2

Nota: Ricardo Mocha

Como resultado máximo se obtendrá **2 puntos**, de lo cual el aplicar un sistema de registro obtiene **2 puntos**, de esta manera es la que incurre con la mayor puntuación y cumple con las condiciones y parámetros necesarios para la construcción de la máquina.

2.1.2.4 Selección de material para el marco

Para la construcción del marco se tiene como alternativas:

Alternativa 1

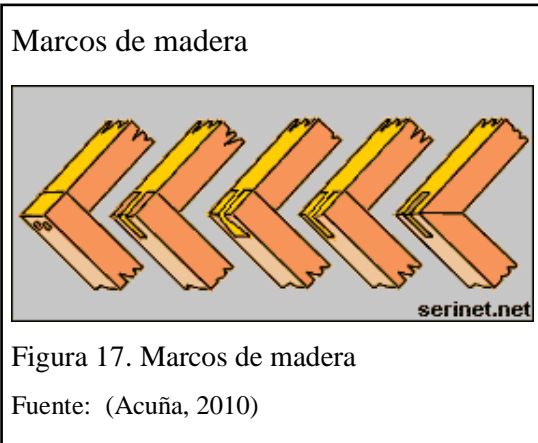
Construcción del marco en madera. (Figura 17)

Ventajas

- ✓ Bajo costo
- ✓ Facilidad para el tensado de la malla

Desventajas

- ✓ Tiempo de vida útil



Alternativa 2

Construcción del marco en aluminio. (Figura 18)

Ventajas

- ✓ Tiempo de vida útil

Desventajas

- ✓ Alto costo
- ✓ Complejidad con el tensado de la malla

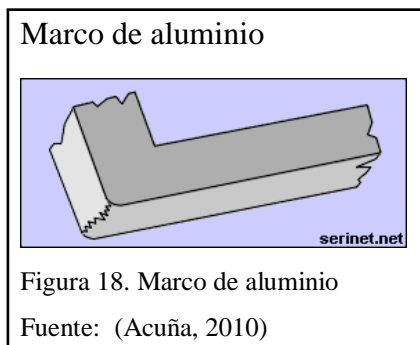


Tabla de valores que se asignarán para la aplicación de un sistema de registro.

Cumple favorablemente el parámetro de selección	2
Cumple el parámetro de selección	1

Para puntuar a cada alternativa se ha previsto los siguientes parámetros:

- ✓ Versatilidad
- ✓ Facilidad de construcción
- ✓ Facilidad de adquisición del material

Tabla 6.

Selección de material para la fabricación del marco

Alternativas	Versatilidad	60%	Facilidad de construcción	30%	Facilidad de adquisición de materiales	10%	Total 100%
Marco en madera	2	1,2	2	1,2	2	1,2	3,6
Marco en aluminio	1	0,6	1	0,6	2	1,2	2,4

Nota: Ricardo Mocha

Como resultado máximo se obtendrá **3,6 puntos**, de lo cual el fabricar el marco obtiene **3,6 puntos**, de esta manera la mayor puntuación define que la construcción del marco se realizará en madera.

2.1.3 Resumen de alternativas

Analizando las tablas y gráficos se puede decir que las mejores alternativas en términos de versatilidad, facilidad de construcción y facilidad de adquisición de material son:

- ✓ **Soporte mixto**
- ✓ **Regulación de altura (mixto)**
- ✓ **Sistema de registro**
- ✓ **Marco (fabricación en madera)**

2.2 Cálculo y diseño

2.2.1 Diseño de elementos estructurales

Para el diseño de máquinas el tubo estructural se utiliza en diferentes elementos tales como vigas y columnas; generalmente en cualquier aplicación que sea necesaria la resistencia y fiabilidad que brindan las secciones tubulares.

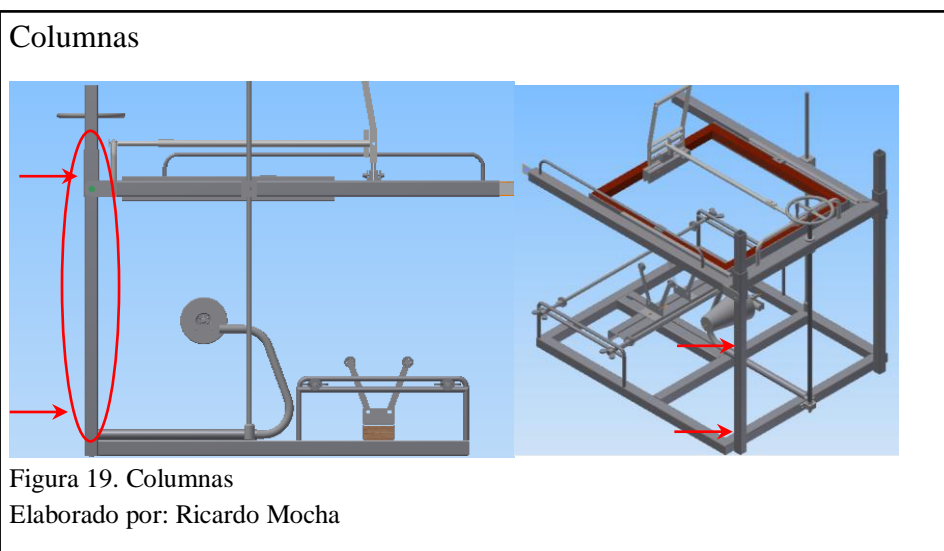
Para la selección y realización de los cálculos se toma como referencia el Manual de diseño para la construcción con acero (Rodríguez, 2013, p. 233).

Ventajas

- ✓ Su diseño cerrado.
- ✓ Su bajo peso.
- ✓ Buen comportamiento a esfuerzos de torsión.
- ✓ Buena resistencia al pandeo.
- ✓ Permite realizar uniones simples por soldadura.
- ✓ No presenta ángulos vivos ni rebabas.

2.2.1.1 Soporte para el marco

Se realizará el análisis de esfuerzos en un perfil de sección cuadrada; se elabora un diagrama del cuerpo libre donde se dará a conocer, de qué manera las cargas afectan al perfil por medio de un caso de análisis estructural. (Figura 19)



De donde del software inventor se obtiene el valor de:

Soporte para la base del marco = 3.593kg

Marco (plantilla) = 0.855 kg

Base para el marco = 1.949kg

Correderas = 1.4kg

Porta racle = 0.703kg

Guías = 0.0392kg

Por lo tanto la masa total de los elementos es:

$$m_{total} = \sum m_n$$

Ec 1 Masa total

$$m_{total} = 3.593kg + 0.855kg + 1.949kg + 1.4kg + 0.703kg + 0.392kg$$

$$m_{total} = 8.895kg$$

La fuerza que se va a aplicar se calcula con la siguiente ecuación:

$$w = F = m * g$$

Ec 2 Fuerza

m = masa

g = gravedad

$$w = F = 8.895kg * \frac{9.8 m}{s^2}$$

$$\therefore w = F = 87.171N$$

Para este caso se realizará el análisis en una de las vigas por lo cual se considera **43.59N**, que es la mitad de la carga total y servirá para calcular los esfuerzos en esta sección de la máquina. (Figura 20)

Diagrama del cuerpo libre del tubo cuadrado

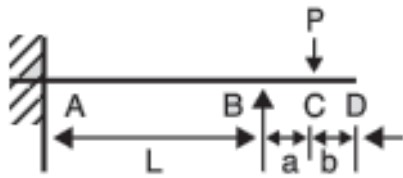


Figura 20. Diagrama del cuerpo libre del tubo cuadrado
Fuente: (Rodríguez, 2013, p. 233)

Cálculo de reacciones en los apoyos

$$R_A = \frac{3(F * p)}{2}$$

Ec 3 Reacción A

$$R_A = \frac{3(43.59N * 0.31)}{2}$$

$$\therefore R_A = 20.26N$$

$$R_B = P(1 + \frac{3 * p}{2})$$

Ec 4 Reacción B

$$R_B = 43.59N(1 + \frac{3 * 0.31}{2})$$

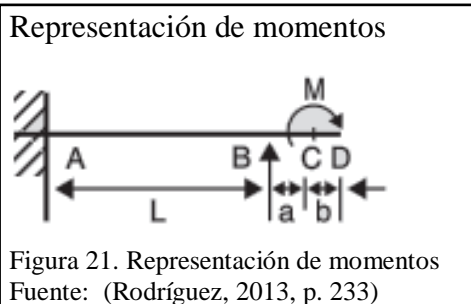
$$R_B = 43.59N(1.465)$$

$$\therefore R_B = 63.85N$$

Por medio de las siguientes ecuaciones se determinará el momento en “A” y “B”.
(Figura 21)

$$M_B^{\circ} = 2M_A = -P * a$$

Ec 5 Momentos “A” y “B”



$$M_B^{\sim} = -43.59N * 92.5mm * \frac{1m}{1000mm}$$

$$\therefore M_B^{\sim} = -4.03Nm$$

$$M_B^{\sim} = 2M_A$$

$$M_A^{\sim} = \frac{M_B}{2}$$

$$M_A^{\sim} = \frac{-4.03Nm}{2}$$

$$\therefore M_A^{\sim} = -2.015Nm$$

Se obtendrá por medio de tablas el valor de la resistencia última del acero estructural (ASTM-A36)

Tabla 7.

Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería

Material	Densidad, kg/m	Resistencia última			Fluencia ³		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica, 10 ⁻⁶ /°C	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión, MPa	Corriente, MPa	Tensión, MPa	Corriente, MPa				
Acero										
Estructural (ASTM-A36)	7 860	400			250	145	200	77.2	11.7	21
Alta resistencia-aleación baja										
ASTM-A709 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
ASTM-A913 Grado 450	7 860	550			450		200	77.2	11.7	17
ASTM-A992 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 690	7 860	760			690		200	77.2	11.7	18
Inoxidable, AISI 302										
Laminado en frío	7 920	860			520		190	75	17.3	12
Recocido	7 920	655			260	150	190	75	17.3	50

Nota: (Beer, E. Russell , & DeWolf, 2007, p. 747)

$$S_{min} = \frac{M_{max}}{\tau_{perm}}$$

$$S_{min} = \frac{4.03 \text{ Nm}}{400 * 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{min} = 1.0075 * 10^{-8} \text{ m}^3 * \frac{(100 \text{ cm})^3}{1 \text{ m}^3}$$

$$\therefore S_{min} = 0.01 \text{ cm}^3$$

Por medio del catálogo de la empresa Dipac se obtendrá:

Tabla 8.

Catálogo tubo estructural cuadrado

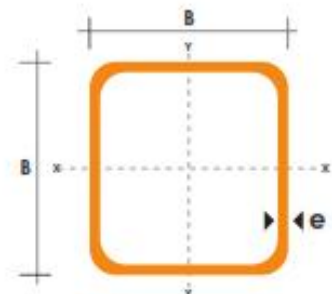
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado 6 mts.
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



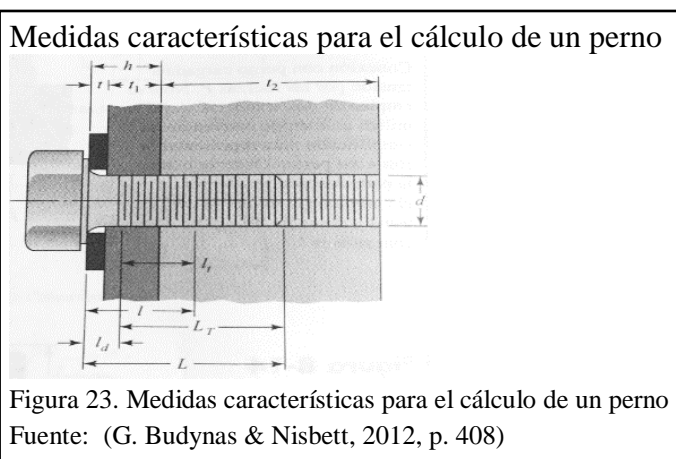
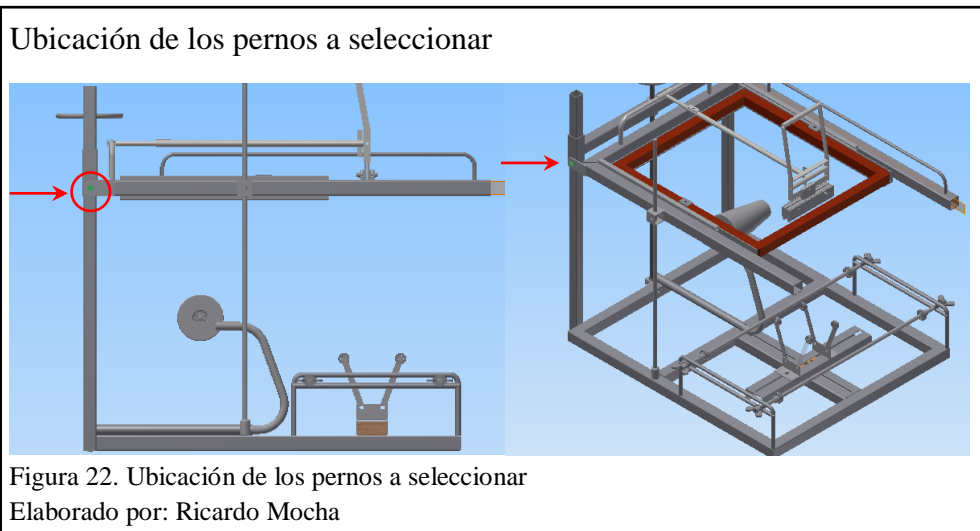
DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52



Nota: (DIPAC, 2012, p. 31)

2.2.2 Selección de pernos para el soporte del marco

Para la selección de pernos se efectuarán cálculos para un diámetro de 8mm siendo este un valor asumido para el diseño. Determinando posteriormente su factibilidad y la cantidad de pernos requeridos para la sujeción en la figura 22 se muestra la ubicación de dichos pernos. Las ecuaciones han sido obtenidas del libro de (G. Budynas & Nisbett, 2012, pp. 408-412). En la figura 23 se muestra las dimensiones referenciales para el cálculo y selección de un perno.



Área del perno

$$Ad = \frac{\pi(\phi)^2}{4}$$

Ec 6 Área del perno

$$Ad = \frac{\pi(8mm)^2}{4}$$

$$Ad = 50.27mm^2$$

La longitud roscada (Lt) se calcula por medio de la siguiente ecuación

$$Lt = 2d + 6mm$$

Ec 7 Longitud roscada (Lt)

$$Lt = 2(8mm) + 6mm$$

$$\therefore Lt = 22mm$$

Longitud del sujetador (L):

$$L > h + 1,5d$$

Ec 8 Longitud del sujetador (L)

$$L = 15mm + 1,5(5mm)$$

$$\therefore L = 22,5mm \approx 25mm$$

Longitud de la parte sin rosca en el agarre designada por (ld) y se obtendrá:

$$ld = L - Lt$$

Ec 9 Longitud de la parte sin rosca (ld)

$$ld = 25mm - 22mm$$

$$\therefore ld = 3mm$$

Longitud de agarre (l):

$$l = h + \frac{t_2}{2}$$

Ec 10 Longitud de agarre (l)

$$l = 15mm + \frac{2mm}{2}$$

$$\therefore l = 16mm$$

Longitud de la parte roscada en el agarre (l_t):

$$l_t = l - l_d$$

Ec 11 Longitud de la parte roscada (l_t)

$$l_t = 16 - 3mm$$

$$\therefore l_t = 13mm$$

(A_t) Área de la parte roscada y se lo obtendrá por medio de la tabla: $A_t = 36.6mm^2$

Tabla 9.

Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino

Diámetro mayor nominal d , mm	Serie de paso grueso			Serie de paso fino		
	Paso p , mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²	Paso p , mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²
1.6	0.35	1.27	1.07			
2	0.40	2.07	1.79			
2.5	0.45	3.39	2.98			
3	0.5	5.03	4.47			
3.5	0.6	6.78	6.00			
4	0.7	8.78	7.75			
5	0.8	14.2	12.7			
6	1	20.1	17.9			
8	1.25	36.6	32.8	1	39.2	36.0
10	1.5	58.0	52.3	1.25	61.2	56.3
12	1.75	84.3	76.3	1.25	92.1	86.0
14	2	115	104	1.5	125	116

Nota: (G. Budynas & Nisbett, 2012, p. 394)

Donde (Kb) representa la rigidez efectiva estimada del perno:

$$Kb = \frac{Ad * At + E}{Ad * lt + At * ld}$$

Ec 12 Rigidez efectiva del perno

$$Kb = \frac{50.27mm^2 * 36.6mm^2 * 210GN}{50.27mm^2(13mm) + 36.6mm^2(3mm)m^2} * \frac{1m}{1000mm}$$

$$\therefore kb = 0,506 \frac{GN}{m}$$

$$km = EdA \exp(Bd/l)$$

$$km = 210 \frac{GN}{m^2} (8 * 10^{-3})(0,787) \exp[(0,628)(8 * 10^{-3})/0,0125]$$

$$km = 1.118 \frac{GN}{m}$$

La constante de rigidez (C) se calcula por medio de la ecuación:

$$C = \frac{kb}{kb + km}$$

Ec 13 Constante de rigidez (C)

$$C = \frac{0,506}{0,506 + 1.118}$$

$$\therefore C = 0.312$$

La precarga se define como (Fi):

$$Fi = 0,75 * At * Sp$$

Ec 14 Precarga (Fi)

$$Fi = 0,75(36.6mm^2)225MPa$$

$$Fi = 0,75(3.66 * 10^{-5}m^2)225 * 10^6 \frac{N}{m^2}$$

$$\therefore Fi = 6176.25 N$$

Para determinar la cantidad de pernos (N) necesarios se ha previsto calcular con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{C * ni * Ptotal}{Sp * A_t - Fi}$$

Ec 15 Cálculo de la cantidad de pernos necesarios

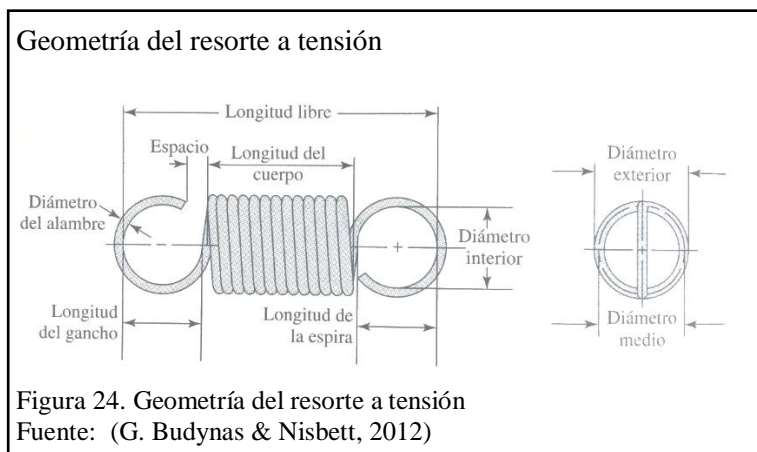
$$N = \frac{0,312 * 3 * 63,85N}{8235N - 6176.25N}$$

$$\therefore N = 0.029$$

Por lo tanto los pernos recomendados para el soporte del marco son dos (2) de diámetro 8mm, como resultado del análisis efectuado a una de las columnas.

2.2.3 Selección de resortes

Para determinar el resorte idóneo se ha previsto una selección previa, donde se verificará una simulación, para así determinando su factibilidad. En la figura 24 se muestran las acotaciones necesarias para la selección de un resorte.



Mediante la simulación se obtendrá datos experimentales del funcionamiento y la fiabilidad de la utilización del resorte previamente seleccionado. (Figura 25 y 26)

Desplazamiento máximo del resorte a tensión

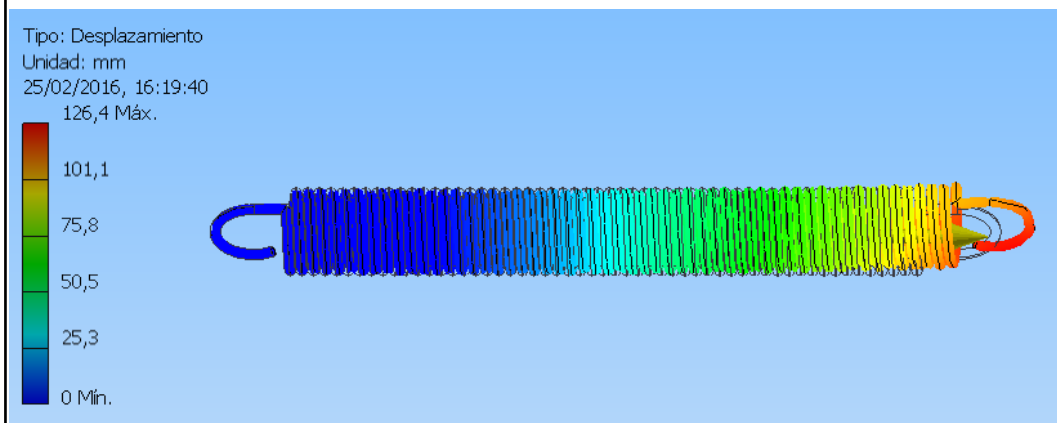


Figura 25. Desplazamiento máximo del resorte a tensión
Elaborado por: Ricardo Mocha

Al realizar la simulación se obtiene que el valor máximo de desplazamiento es de 126.4mm, dicho valor supera al requerido para el diseño y justifica la fiabilidad del resorte seleccionado.

Tensión de Von Mises

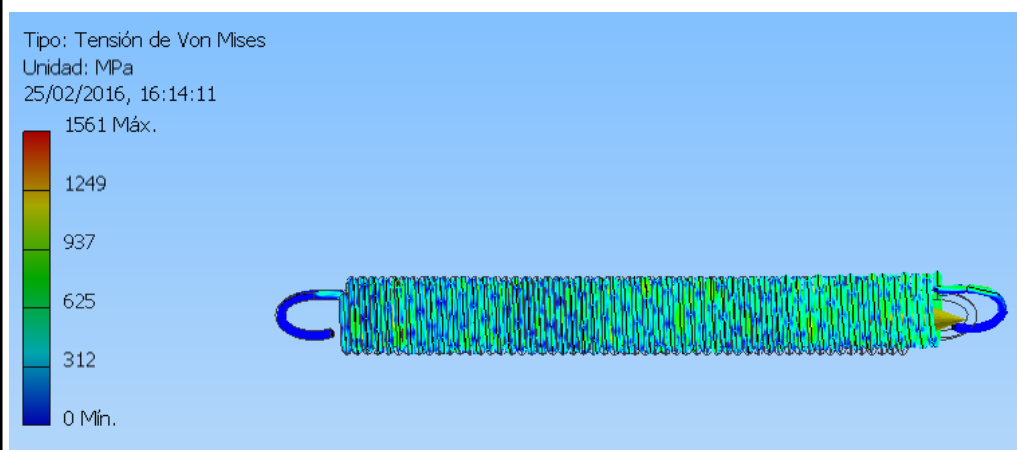


Figura 26. Tensión de Von Mises
Elaborado por: Ricardo Mocha

Por lo tanto el resorte seleccionado ($D_e = 17\text{mm}$, $d = 3\text{mm}$) satisface las necesidades que la máquina requiere.

2.2.4 Diseño de tornillo de potencia

Para efectuar el diseño de un tornillo de potencia se considera la carga máxima por parte de la estructura. Se tomarán datos referenciales para poder partir con el análisis. En la figura 27 se muestran los parámetros necesarios que se requiere para el cálculo de un tornillo de potencia.

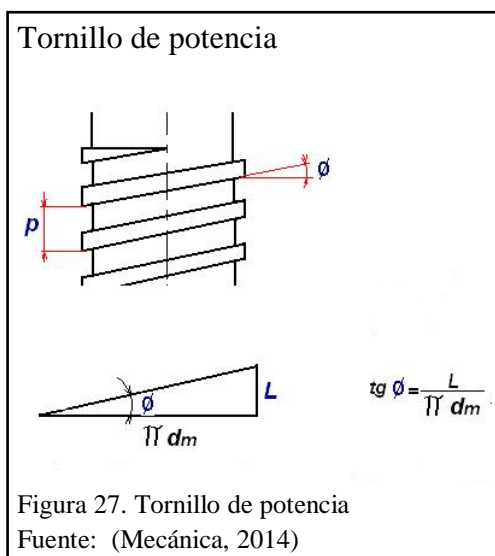
Datos

$$d = 12\text{mm}$$

$$\text{Paso} = p = 2.5\text{mm}$$

$$F = 87.17 \text{ N}$$

$$\text{Diámetro del collarín} = d_c = 14\text{mm}$$



Para efectuar el cálculo del diámetro medio (d_m) se aplica la ecuación:

$$d_m = d - \frac{p}{2}$$

Ec 16 Cálculo del diámetro medio (d_m)

$$d_m = 12\text{mm} - \frac{2.5\text{mm}}{2}$$

$$\therefore dm = 10.75mm$$

Para calcular el diámetro interior (dr):

$$dr = d - p$$

Ec 17 Cálculo del diámetro interior (dr)

$$dr = 12mm - 2.5mm$$

$$\therefore dr = 9.5mm$$

$$l = n * p$$

$$l = 2 * 2.5mm$$

$$\therefore l = 5mm$$

Por lo tanto para realizar el cálculo del ángulo de la hélice se utiliza la ecuación:

$$\tan \varphi = \frac{l}{\pi * dm}$$

Ec 18 Cálculo del ángulo de la hélice

$$\tan \varphi = \frac{5}{\pi * 10.75mm}$$

$$\varphi = 8.42 \approx 9^\circ$$

Para calcular el par de torsión (T_R) para elevar la carga se utilizará la siguiente ecuación:

$$T_R = \frac{F * dm}{2} \left(\frac{l + \pi * f * dm}{\pi * dm - f * l} \right) + \frac{F * fc * dc}{2}$$

Ec 19 Cálculo del par de torsión (T_R) para elevar

$$T_R = \frac{87.47N(10.75mm)}{2} \left(\frac{5 + \pi (0.15)(10.75mm)}{\pi (10.75mm) - 0.15(5mm)} \right) + \frac{87.17N(0.15)(14mm)}{2}$$

$$T_R = 142.82Nmm + 91.53Nmm$$

$$T_R = 234.35Nmm * \frac{1m}{1000mm}$$

$$\therefore T_R = 0.234Nm$$

El par de torsión (T_L) para bajar la carga se utilizará la siguiente ecuación:

$$T_L = \frac{F * dm}{2} \left(\frac{\pi * f * dm - 1}{\pi * dm + f * l} \right) + \frac{F * fc * dc}{2}$$

Ec 20 Cálculo del par de torsión (T_L) para bajar

$$T_L = \frac{87.47N(10.75mm)}{2} \left(\frac{\pi (0.15)(10.75mm) - 5}{\pi (10.75mm) + 0.15(5mm)} \right) + \frac{87.17N(0.15)(14mm)}{2}$$

$$T_L = 0.893Nmm + 91.528Nmm$$

$$T_L = 92.421Nmm * \frac{1m}{1000mm}$$

$$\therefore T_L = 0.092Nmm$$

La eficiencia (e) es:

$$e = \frac{F * l}{2 * \pi * T_R}$$

Ec 21 Eficiencia (e) del tornillo

$$e = \frac{87.17N * 0.005m}{2 * \pi * 0.234Nm}$$

$$\therefore e = 0.296$$

El esfuerzo cortante en el cuerpo (τ), debido al momento de torsión T_R en el exterior del cuerpo del tornillo, es:

$$\tau = \frac{16 * T_R}{\pi * (d_r)^3}$$

Ec 22 Esfuerzo cortante en el cuerpo (τ)

$$\tau = \frac{16(0.234Nm)}{\pi * (9.5 * 10^{-3}m)^3}$$

$$\therefore \tau = 1.39Mpa$$

El esfuerzo axial normal nominal (σ) esta dado por la ecuación:

$$\sigma = -\frac{4 * F}{\pi * (d_r)^2}$$

Ec 23 Esfuerzo axial normal nominal (σ)

$$\sigma = -\frac{4 * (87.17N)}{\pi * (9.5 * 10^{-3}m)^2}$$

$$\therefore \sigma = -1.23Mpa$$

El esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca (σ_B). Siendo (n_t) el número de espiras en contacto.

$$\sigma_B = -\frac{2 * 0.38F}{\pi * d_m * n_t * p}$$

Ec 24 Esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca (σ_B)

$$\sigma_B = -\frac{2 * 0.38 * 87.17N}{\pi * 0.01075m * 1 * (2.5 * 10^{-3}m)}$$

$$\therefore \sigma_B = -0.784Mpa$$

El esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca (σ_b).

$$\sigma_b = \frac{6 * 0.38F}{\pi * d_r * n_t * p}$$

Ec 25 Esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{6 * 0.38 * 87.17N}{\pi * (9.5 * 10^{-3}m) * 1 * (2.5 * 10^{-3}m)}$$

$$\therefore \sigma_b = 1.33Mpa$$

Los esfuerzos principales son:

$$\sigma_c = \frac{-\sigma}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{-\sigma}{2}\right)^2 + \tau}$$

Ec 26 esfuerzos principales

$$\sigma_c = \frac{-1.23}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{-1.23}{2}\right)^2 + (1.39)^2}$$

$$\therefore \sigma_c = 0.905Mpa, -2.13Mpa$$

El esfuerzo cortante máximo está dado por la ecuación:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_b - \sigma_c}{2}$$

Ec 27 Esfuerzo cortante máximo

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{1.33Mpa - (-2.13Mpa)}{2}$$

$$\therefore \tau_{m\acute{a}x} = 1.73Mpa$$

2.2.5 Selección de corredera

Para realizar la selección de la corredera, se partirá por buscar una que cumpla los parámetros de: longitud y soporte de carga total.

Los parámetros a ser considerados son:

Masa total = M_{total}

Longitud de carrera = L

De donde:

Soporte para la base del marco = 3.593kg

Marco (plantilla) = 0.855 kg

Base para el marco = 1.949kg

Correderas = 1.4kg

Porta racle = 0.703kg

Guías = 0.0392kg

Por lo tanto la masa total de los elementos es:

$$m_{total} = \sum m_n$$


$$m_{total} = 3.593kg + 0.855kg + 1.949kg + 1.4kg + 0.703kg + 0.392kg$$

$$m_{total} = 8.895kg$$

$$L = 700mm$$

Por lo tanto en la figura 28 se muestra el catálogo de correderas y la selección efectuada después de ser definidos los parámetros requeridos.

Catálogo de corredera



Correderas
de BILLAS

CASTOR


El Especialista en Rodillos

TELESCÓPICA

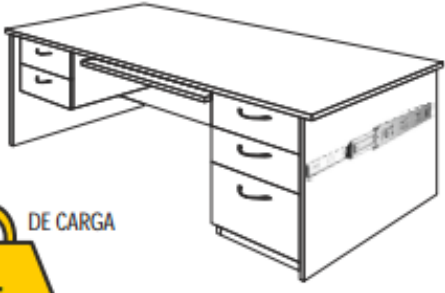
● TELESCÓPICA PESADA

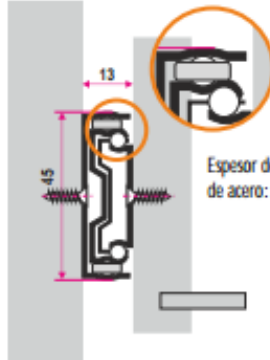
- Para cajones medianos
- Escritorios, cajonería de cocina y closet, etc.

CAPACIDAD DE CARGA

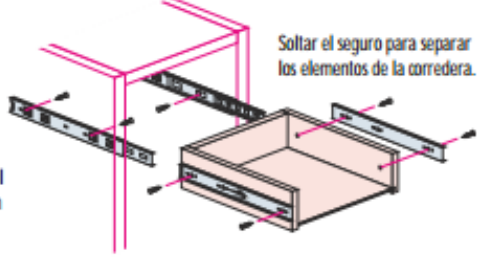


35Kg.





Esesor del perfil de acero: 1.0mm



Soltar el seguro para separar los elementos de la corredera.

• Fijar la corredera a -2 mm del borde del mueble y al cajón con tornillos Durafix AP 3.5x15 mm.

Colores	Largos	
	Pulgadas	Millímetros
Plateado	10"	250
	12"	300
	14"	350
	16"	400
	18"	450
	20"	450

Figura 27. Catálogo de corredera

Fuente: (Castor, n.d., p. 6)

Se selecciona una corredera que cumple con los parámetros de diseño. Esta soporta una carga máxima de 35kg y una longitud total de 800mm, y satisface las necesidades de masa 9kg, longitud de carrera 700mm.

2.2.6 Diseño de elementos del sistema de impresión

Los elementos que conforma el sistema de impresión son el racle o regleta y el cargador. El racle distribuye la tinta en la plantilla, luego al ejercer la presión necesaria por medio del racle se realizar la impresión, por medio del cargador se provee nuevamente de tinta para que el proceso se produzca nuevamente.

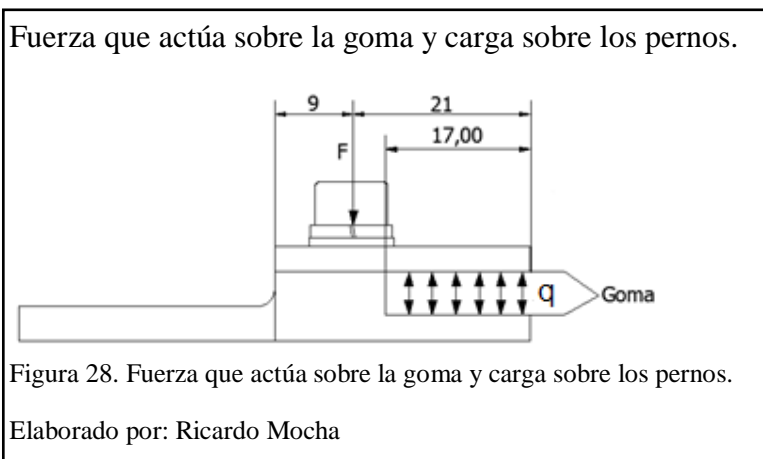
2.2.6.1 Diseño del racle

Para el dimensionamiento y diseño del racle o regleta se considerará el área de impresión (plantilla-marco) y el apriete que se debe dar a los elementos que lo conforman, por medio de pernos, para que la goma quede sujeta de tal manera que el proceso de impresión surja sin inconvenientes.

a) Selección de los pernos

Como primer parámetro para el diseño de la regleta o racle, se efectuará cálculos los cuales permitirán establecer el diámetro, la cantidad, y el tipo de pernos necesarios para una fijación adecuada de la goma. (Figura 29)

Para la selección de pernos se efectuarán cálculos para un diámetro de 5mm siendo este un valor asumido para el diseño. (Figura 30)



Donde:

F = Fuerza que deben soportar los pernos.

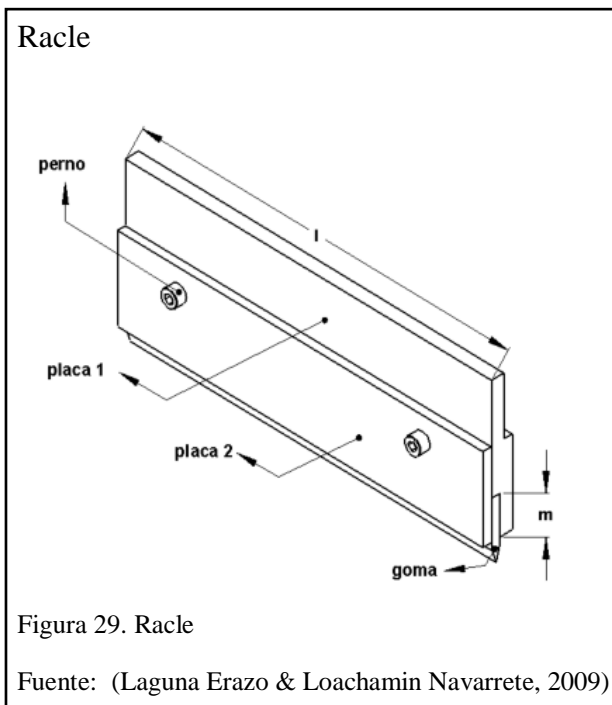
q = Carga requerida para la sujeción de la goma.

Ecuación de presión, necesaria para una correcta sujeción de la goma (P_{sg}):

$$P_{sg} = 1 \frac{kg}{cm^2}$$

Ec 28 Ecuación de presión

$$P_{sg} = 1 \frac{kg}{cm^2} * \frac{9.8N}{1kg} * \frac{(100cm)^2}{(1m)^2} = 98 * 10^3 \frac{N}{m^2}$$



Superficie para sujeción de la goma (A_s):

$$A_s = l * m$$

Ec 29 Superficie para sujeción de la goma (A_s)

$$A_s = 150mm * 17mm = 2550mm^2$$

$$A_s = 2550mm^2 * \frac{(1cm)^2}{(10mm)^2} = 25.5cm^2$$

Para determinar el valor de la carga distribuida se remplazan los datos en la ecuación y se determina la carga puntual utilizando la ecuación. (Figura 31)

$$q = P_{sg} * l$$

Ec 30 Carga distribuida

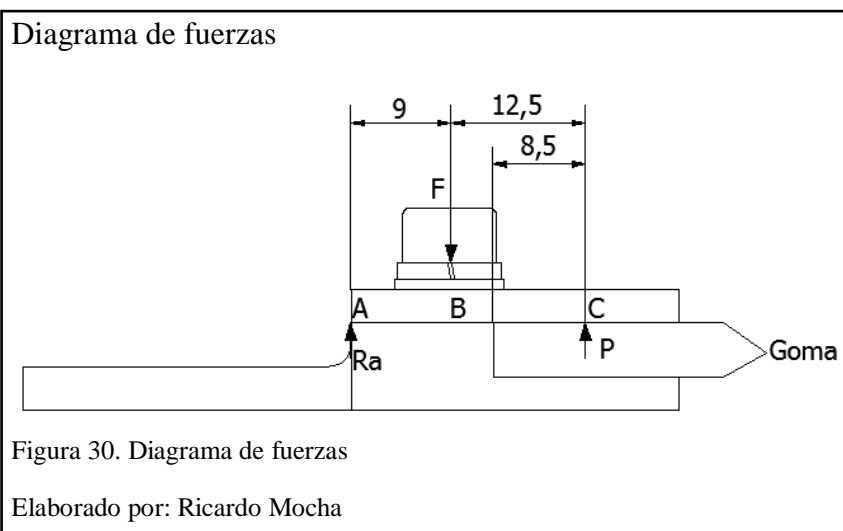
$$q = 1 \frac{kg}{cm^2} * 15cm = \frac{15kg}{cm}$$

$$q = \frac{15kg}{cm} * \frac{9.8N}{1kg} * \frac{1cm}{10mm} = 14.7 \frac{N}{mm}$$

$$P = q * m$$

Ec 31 Carga puntual

$$P = 14.7 \frac{N}{mm} * 17mm = 249.9 N$$



Momento en A:

$$\sum M_A = 0$$

$$9 * F - 249.9N * 21.5mm = 0$$

$$F = \frac{249.9 N * 21.5mm}{9mm}$$

$$\therefore F = 596.98N$$

Las características mecánicas de los pernos previamente seleccionados clase 4.6 son:

$$S_p = 225 MPa$$

$$S_y = 240 MPa$$

Donde:

N = Número de pernos.

n = Factor de seguridad.

c = Constante elástica de la junta

Para la selección de pernos se efectuarán cálculos para un diámetro de 5mm siendo este un valor asumido para el diseño.

Determinando posteriormente su factibilidad y la cantidad de pernos requeridos para la sujeción. (Figura 32)

Las Ecuaciones han sido obtenidas del libro de (G. Budynas & Nisbett, 2012, pp. 408-412)

Medidas características para el cálculo de un perno

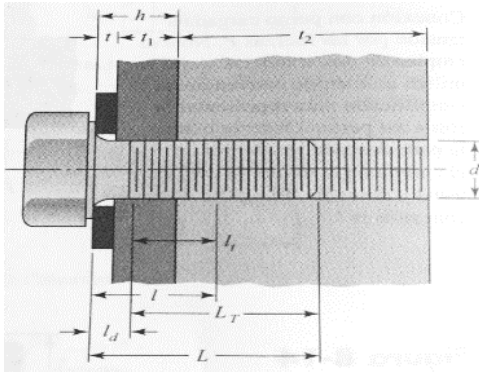


Figura 31. Medidas características para el cálculo de un perno
Fuente: (G. Budynas & Nisbett, 2012, p. 408)

Área del perno

$$Ad = \frac{\pi(\phi)^2}{4}$$

$$Ad = \frac{\pi(5mm)^2}{4}$$

$$Ad = 19.63mm^2$$

$$\therefore Lt = 10mm$$

Longitud del sujetador (L):

$$L > h + 1,5d$$

$$L = 5mm + 1,5(5mm)$$

$$L = 12,5mm \approx 12mm$$

Longitud de la parte sin rosca en el agarre designada por (*ld*) y se obtendrá:

$$ld = L - Lt$$

$$ld = 12mm - 10mm$$

$$\therefore ld = 2mm$$

Longitud de agarre (l):

$$l = h + \frac{d}{2}$$

$$l = 5mm + \frac{5}{2}$$

$$\therefore l = 7.5mm$$

Longitud de la parte roscada en el agarre (lt):

$$lt = l - ld$$

$$lt = 7.5 - 2mm$$

$$\therefore lt = 5.5mm$$

(At) área de la parte roscada y se lo obtendrá por medio de la tabla: $At = 36.6mm^2$

Tabla 10.

Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino

Diámetro mayor nominal d , mm	Serie de paso grueso			Serie de paso fino		
	Paso p , mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²	Paso p , mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²
1.6	0.35	1.27	1.07			
2	0.40	2.07	1.79			
2.5	0.45	3.39	2.98			
3	0.5	5.03	4.47			
3.5	0.6	6.78	6.00			
4	0.7	8.78	7.75			
5	0.8	14.2	12.7			
6	1	20.1	17.9			
8	1.25	36.6	32.8	1	39.2	36.0

Nota: (G. Budynas & Nisbett, 2012, p. 394)

Donde (Kb) representa la rigidez efectiva estimada del perno:

$$Kb = \frac{Ad * At + E}{Ad * lt + At * ld}$$

$$Kb = \frac{19.63mm^2 * 14.2mm^2 * 210GN}{19.63mm^2(5.5mm) + 14.2mm^2(2mm)m^2} * \frac{1m}{1000mm}$$

$$\therefore kb = 0,423 \frac{GN}{m}$$

$$km = EdA \exp(Bd/l)$$

$$km = 210 \frac{GN}{m^2} (5 * 10^{-3})(0,787) \exp[(0,628)(5 * 10^{-3})/0,0125]$$

$$\therefore km = 0,989 \frac{GN}{m}$$

La constante de rigidez (C) se calcula por medio de la ecuación:

$$C = \frac{kb}{kb + km}$$

$$C = \frac{0,423}{0,423 + 0,989}$$

$$\therefore C = 0,299$$

La precarga se define como (Fi):

$$Fi = 0,75 * At * Sp$$

$$Fi = 0,75(14,2mm^2)225MPa$$

$$Fi = 0,75(1,42 * 10^{-5}m^2)225 * 10^6 \frac{N}{m^2}$$

$$\therefore Fi = 2396,29 N$$

Para determinar la cantidad de pernos (N) necesarios se ha previsto calcular con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{C * ni * Ptotal}{Sp * A - Fi}$$

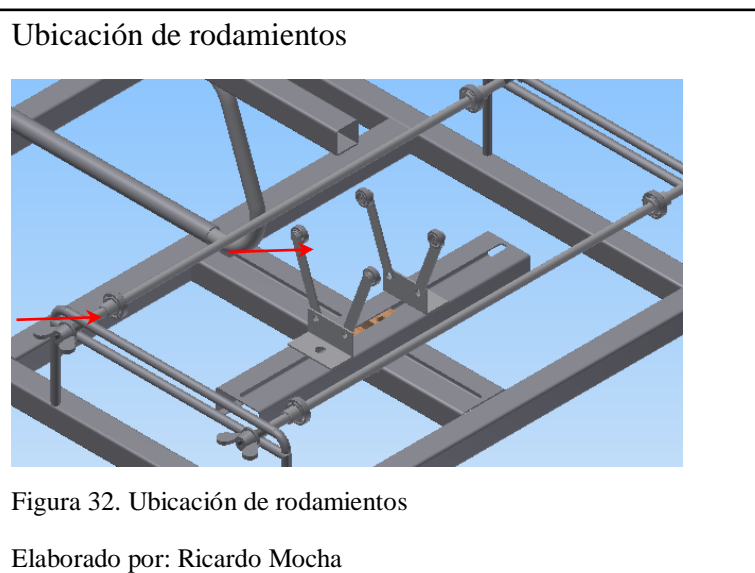
$$N = \frac{0,299 * 3 * 176.4N}{3195 - 2396,29}$$

$$\therefore N = 0,2$$

Por lo tanto los pernos recomendados para la sujeción de la goma son dos (2) de diámetro 5mm, para darle una correcta fijación.

2.2.7 Selección de rodamientos

Los rodamientos que van a ser seleccionados se ubicarán en los soportes articulados y de rodamientos los cuales permitirán realizar el proceso de impresión. Los cuales se encuentran representados en la figura 33.



Para realizar una selección de los rodamientos se analiza los siguientes parámetros

- ✓ Co = Carga estática
- ✓ Cr = Carga dinámica
- ✓ Lh = Tiempo de vida útil del rodamiento

Vida útil

Para poder determinar un tiempo de vida útil del rodamiento y la fiabilidad de su selección se realiza el análisis del tiempo de trabajo de la máquina, que son 5 horas diarias durante un período anual; el cual cuenta de 240 días laborables, que transformados son 1200 horas de operatividad de la máquina. Por esto se efectuarán los cálculos necesarios mediante las ecuaciones obtenidas de (Fag, 2000, p. 32).

Carga dinámica

$$C_r = \frac{f_l}{f_n} * P$$

Ec 32 Carga dinámica

De donde cada una de las siglas representa:

- ✓ Cr = carga básica dinámica
- ✓ fl = coeficiente dinámico
- ✓ fn = factor de velocidad
- ✓ P = Carga total (Fag, 2000)

Para la obtención del coeficiente dinámico se utiliza la tabla 11 y se hace relación, mediante la vida útil de la máquina previamente analizada.

Tabla 11.

Factor de velocidad

▼ Valores f_L para rodamientos de bolas

$$f_L = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500 f_L}}$$

L_h	f_L	L_h	f_L	L_h	f_L	L_h	f_L	L_h	f_L
h		h		h		h		h	
100	0,585	420	0,944	1700	1,5	6500	2,35	28000	3,83
110	0,604	440	0,958	1800	1,53	7000	2,41	30000	3,91
120	0,621	460	0,973	1900	1,56	7500	2,47	32000	4
130	0,638	480	0,986	2000	1,59	8000	2,52	34000	4,08
140	0,654	500	1	2200	1,64	8500	2,57	36000	4,16
150	0,669	550	1,03	2400	1,69	9000	2,62	38000	4,24
160	0,684	600	1,06	2600	1,73	9500	2,67	40000	4,31
170	0,698	650	1,09	2800	1,78	10000	2,71	42000	4,38
180	0,711	700	1,12	3000	1,82	11000	2,8	44000	4,45
190	0,724	750	1,14	3200	1,86	12000	2,88	46000	4,51
200	0,737	800	1,17	3400	1,89	13000	2,96	48000	4,58
220	0,761	850	1,19	3600	1,93	14000	3,04	50000	4,64
240	0,783	900	1,22	3800	1,97	15000	3,11	55000	4,79
260	0,804	950	1,24	4000	2	16000	3,17	60000	4,93
280	0,824	1000	1,26	4200	2,03	17000	3,24	65000	5,07
300	0,843	1100	1,3	4400	2,06	18000	3,3	70000	5,19
320	0,862	1200	1,34	4600	2,1	19000	3,36	75000	5,31
340	0,879	1300	1,38	4800	2,13	20000	3,42	80000	5,43

Nota: (Fag, 2000, pág. 34)

Por lo tanto el valor del coeficiente dinámicos es de $F_L=1.34$.

Se seleccionará la velocidad de acuerdo a la cantidad de revoluciones que realizan los rodamientos, que en este caso es de 10 r.p.m.

Tabla 12.

Coeficiente dinámico

▼ Valores f_n para rodamientos de bolas

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33 \frac{1}{3}}{n f_n}}$$

n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n
min ⁻¹		min ⁻¹		min ⁻¹		min ⁻¹		min ⁻¹	
10	1,49	55	0,846	340	0,461	1800	0,265	9500	0,152
11	1,45	60	0,822	360	0,452	1900	0,26	10000	0,149
12	1,41	65	0,8	380	0,444	2000	0,255	11000	0,145
13	1,37	70	0,781	400	0,437	2200	0,247	12000	0,141
14	1,34	75	0,763	420	0,43	2400	0,24	13000	0,137
15	1,3	80	0,747	440	0,423	2600	0,234	14000	0,134
16	1,28	85	0,732	460	0,417	2800	0,228	15000	0,131
17	1,25	90	0,718	480	0,411	3000	0,223	16000	0,128
18	1,23	95	0,705	500	0,405	3200	0,218	17000	0,125
19	1,21	100	0,693	550	0,393	3400	0,214	18000	0,123
20	1,19	110	0,672	600	0,382	3600	0,21	19000	0,121
22	1,15	120	0,652	650	0,372	3800	0,206	20000	0,119
24	1,12	130	0,635	700	0,362	4000	0,203	22000	0,115
26	1,09	140	0,62	750	0,354	4200	0,199	24000	0,112
28	1,06	150	0,606	800	0,347	4400	0,196	26000	0,109
30	1,04	160	0,593	850	0,34	4600	0,194	28000	0,106
32	1,01	170	0,581	900	0,333	4800	0,191	30000	0,104
34	0,993	180	0,57	950	0,327	5000	0,188	32000	0,101
36	0,975	190	0,56	1000	0,322	5500	0,182	34000	0,0993
38	0,957	200	0,55	1100	0,312	6000	0,177	36000	0,0975
40	0,941	220	0,533	1200	0,303	6500	0,172	38000	0,0957
42	0,926	240	0,518	1300	0,295	7000	0,168	40000	0,0941
44	0,912	260	0,504	1400	0,288	7500	0,164	42000	0,0926
46	0,898	280	0,492	1500	0,281	8000	0,161	44000	0,0912
48	0,886	300	0,481	1600	0,275	8500	0,158	46000	0,0898

Nota: (Fag, 2000, pág. 35)

De donde se obtiene un valor de $F_n=1.49$

Con la **Fórmula (2.32)** se calcula la carga dinámica, y con un valor de masa de 0.520kg para la obtención de la fuerza aplicada, la cual fue obtenida experimentalmente luego de realizar varias mediciones en diferentes objetos, dicho valor fue el más alto por lo tanto es considerado para efectuar la selección de rodamientos.

Tabla 13.

Mediciones de masa de recipientes

Recipiente	Masa
Vaso plástico	0,13 kg
Vaso de vidrio	0,52 kg

Nota: Ricardo Mocha

$$W = P = masa * 9.8$$

$$W = P = 0.520kg * 9.8 \frac{N}{kg}$$

$$W = P = 5.096N$$

$$C_r = \frac{f_l}{f_n} * P$$

$$C_r = \frac{1.34}{1.49} * 5.096N$$

$$\therefore C_r = 4.583N$$

Carga estática

$$Co = fs * Po$$

Ec 33 Carga estática

Siendo:

fs: factor de esfuerzos estáticos

Co: capacidad de carga estática [KN]

Po: carga estática equivalente [KN]

Al factor de esfuerzos estáticos se lo conoce como fs, el cual brinda un factor de seguridad contra deformaciones, en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Para que los rodamientos giren con suavidad y facilidad, se deberá elegir un factor de esfuerzos estáticos fs mayor. Si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas, bastan valores más pequeños.

fs = 1,5 ... 2,5 para exigencias elevadas

fs = 1,0 ... 1,5 para exigencias normales

fs = 0,7 ... 1,0 para exigencias reducidas. (Fag, 2000, pág. 30)

$$Co = fs * Po$$

$$Co = 1 * 5.096N$$

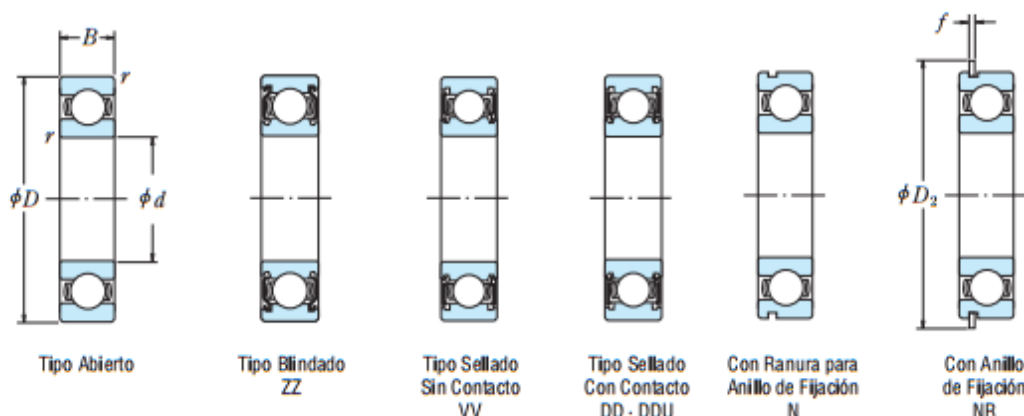
$$\therefore Co = 5.096 N$$

Tabla 14.

Rodamientos de bolas

RODAMIENTOS DE BOLAS DE RANURA PROFUNDA DE UNA SOLA HILERA

Diámetro interior 10~22 mm



Dimensiones (mm)				Índices de Carga Básica (N)				Factor f_0	Velocidad Límite (rpm)			Números de Rodamiento			
d	D	B	r mín.	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}		Grasa		Aceite	Abierto	Blindado	Sellado	
									Abierto Z · ZZ V · VV	DU DDU	Abierto Z				
10	19	5	0.3	1 720	840	175	86	14.8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV	DD
	22	6	0.3	2 700	1 270	275	129	14.0	32 000	22 000	38 000	6900	ZZ	VV	DD
	26	8	0.3	4 550	1 970	465	201	12.4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV	DDU
	30	9	0.6	5 100	2 390	520	244	13.2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV	DDU
	35	11	0.6	8 100	3 450	825	350	11.2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV	DDU
12	21	5	0.3	1 920	1 040	195	106	15.3	32 000	20 000	38 000	6801	ZZ	VV	DD
	24	6	0.3	2 890	1 460	295	149	14.5	30 000	20 000	36 000	6901	ZZ	VV	DD
	28	7	0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	—	32 000	16001	—	—	—
	28	8	0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	18 000	32 000	6001	ZZ	VV	DDU
	32	10	0.6	6 800	3 050	695	310	12.3	22 000	17 000	28 000	6201	ZZ	VV	DDU
15	37	12	1	9 700	4 200	990	425	11.1	20 000	16 000	24 000	6301	ZZ	VV	DDU
	24	5	0.3	2 070	1 260	212	128	15.8	28 000	17 000	34 000	6802	ZZ	VV	DD
	28	7	0.3	4 350	2 260	440	230	14.3	26 000	17 000	30 000	6902	ZZ	VV	DD
	32	8	0.3	5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	—	28 000	16002	—	—	—
	32	9	0.3	5 600	2 830	570	289	13.9	24 000	15 000	28 000	6002	ZZ	VV	DDU
17	35	11	0.6	7 650	3 750	780	380	13.2	20 000	14 000	24 000	6202	ZZ	VV	DDU
	42	13	1	11 400	5 450	1 170	555	12.3	17 000	13 000	20 000	6302	ZZ	VV	DDU
	26	5	0.3	2 630	1 570	268	160	15.7	26 000	15 000	30 000	6803	ZZ	VV	DD
	30	7	0.3	4 600	2 550	470	260	14.7	24 000	15 000	28 000	6903	ZZ	VV	DDU
	35	8	0.3	6 000	3 250	610	330	14.4	22 000	—	26 000	16003	—	—	—
20	35	10	0.3	6 000	3 250	610	330	14.4	22 000	13 000	26 000	6003	ZZ	VV	DDU
	40	12	0.6	9 550	4 800	975	490	13.2	17 000	12 000	20 000	6203	ZZ	VV	DDU
	47	14	1	13 600	6 650	1 390	675	12.4	15 000	11 000	18 000	6303	ZZ	VV	DDU
	32	7	0.3	4 000	2 470	410	252	15.5	22 000	13 000	26 000	6804	ZZ	VV	DD
	37	9	0.3	6 400	3 700	650	375	14.7	19 000	12 000	22 000	6904	ZZ	VV	DDU
20	42	8	0.3	7 900	4 450	810	455	14.5	18 000	—	20 000	16004	—	—	—

Nota: (NSK, 2009, p. B8)

Rodamientos y objeto cilíndrico de menor diámetro admisible

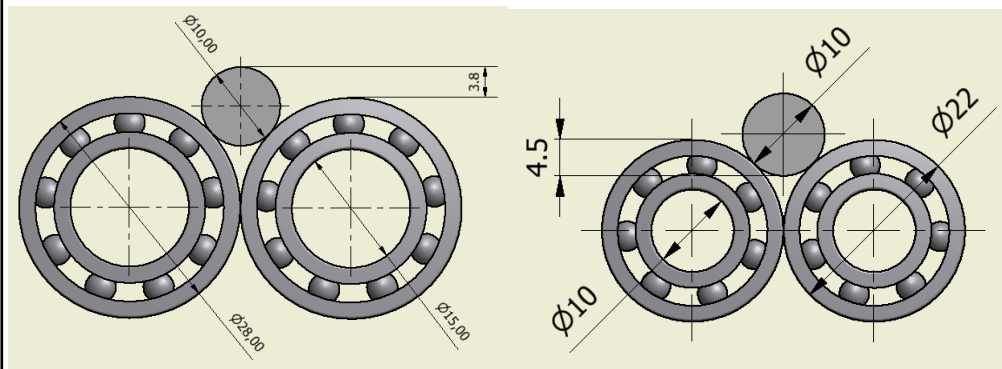


Figura 33. Rodamientos y objeto cilíndrico de menor diámetro admisible

Elaborado por: Ricardo Mocha

En la figura 34 se muestra la representación de los rodamientos seleccionados y su comportamiento al menor diámetro de diseño ($\varnothing 10\text{mm}$). Es decir si el diámetro del rodamiento fuera mayor a 28mm el objeto de 10mm no tendría la altura necesaria para permitir el proceso de impresión y si los rodamientos fueran menores a 22mm el objeto perdería fijación.

2.2.8 Resumen de resultados

En la figura 35 se presenta todos los elementos seleccionados para alcanzar los objetivos establecidos.

Máquina finalizada

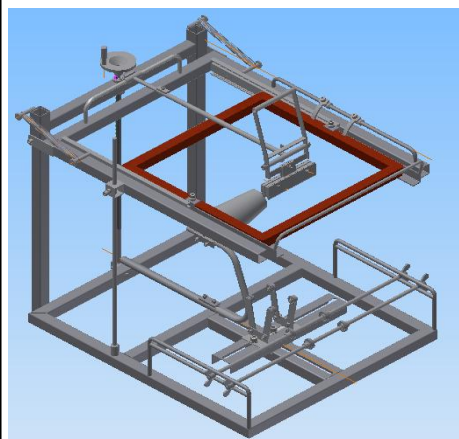
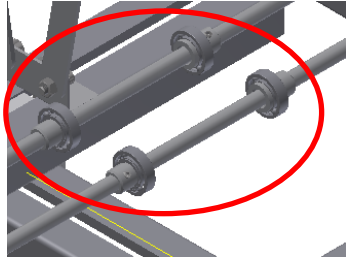
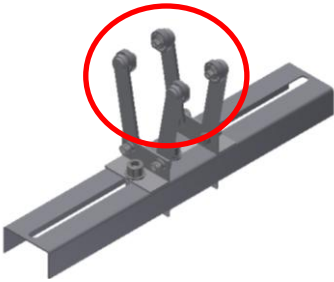
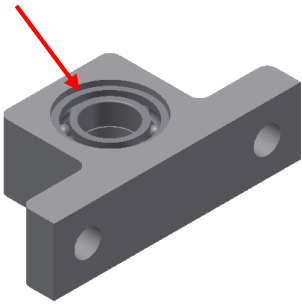



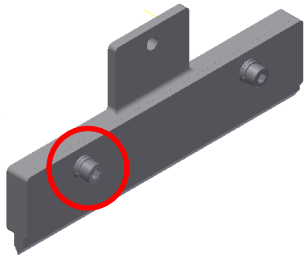
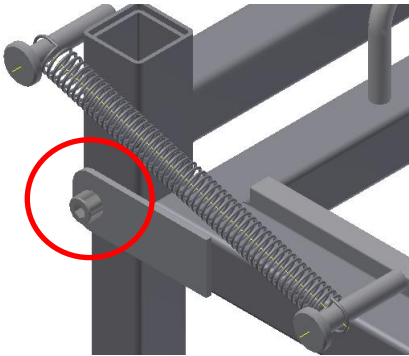
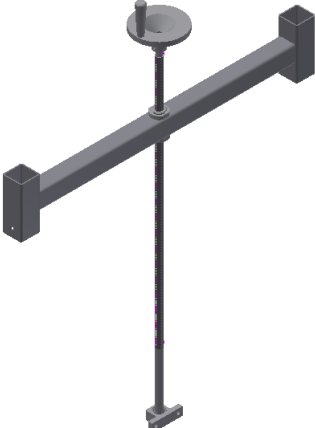
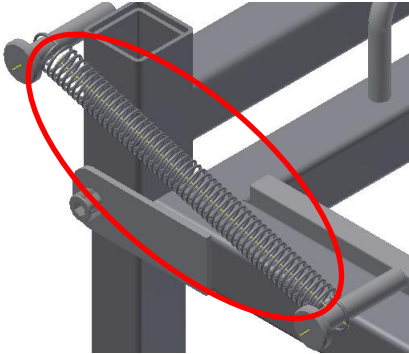

Figura 34. Máquina finalizada

Elaborado por: Ricardo Mocha

Tabla 15.

Resumen de elementos seleccionados

Ubicación	Descripción	Cant	Medidas	Esquema
Soporte por rodamientos	Rodamientos	4	Ø28xØ15x7	
Soportes articulados	Rodamientos	4	Ø22xØ10x6	
Base guia-tornillo regulador de altura	Rodamiento	1	Ø19xØ10x5	
Molde 16 onz.	Rodamiento	1	Ø26xØ10x8	

Racle	Perno	4	M5x12	
Estructura movil	Perno	2	M8x12	
Tornillo regulador de altura	Tornillo	1	M12	
Estructura movil - buje	Resorte	2	Ø16x152	
Estructura fija-móvil	Tubo	1	□30x3	

Nota: Ricardo Mocha

Capítulo III

Análisis de costos

3.1 Costo de fabricación

Para establecer el costo real de la máquina, se desarrollará un listado en el cual se detallará:

- Costo de materia prima
- Costo de mano de obra
- Costo de máquina
- Costo de insumos

3.1.1 Materia prima

(Sánchez, n.d.) Menciona que materia prima es el recurso que se utiliza en un proceso productivo para ser transformado en un producto.

Tabla 16.

Costos de materia prima

Costo de materia prima					
Ítem	Denominación	Material	Cant	Costo Unit	Costo total
1	Tubo cuadrado 30x3	A-36	1	\$ 12,19	\$ 12,19
2	Ángulo 25x3	A-36	1	\$ 5,71	\$ 5,71
3	Eje Ø10x630mm	K-510	4	\$ 8,22	\$ 32,88
5	Placa 20x30x60	A-36	1	\$ 0,75	\$ 0,75
6	Eje Ø90x120	Teflón	1	\$ 18,20	\$ 18,20
7	Eje Ø12x1000mm	K-510	1	\$ 11,50	\$ 11,50
8	Placa 40x60x70	Teflón	1	\$ 4,65	\$ 4,65
9	Eje de Ø 3 1/2 x45mm	AISI-1018	1	\$ 7,48	\$ 7,48
10	Eje de Ø 10x2500mm	AISI-1018	1	\$ 2,93	\$ 2,93
11	Eje de Ø 5/8 x470mm	AISI-1018	1	\$ 1,43	\$ 1,43
12	Eje de Ø 7/8 x305mm	AISI-1019	1	\$ 1,76	\$ 1,76
13	Platina 200x150x3	A-36	1	\$ 2,00	\$ 2,00
				Costo total final	\$ 101,48

Nota: Ricardo Mocha

3.1.2 Costo de mano de obra

“Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien”. (Definición, 2008)

Tabla 17.

Costos de mano de obra

Costo de mano de obra					
Ítem	Operario	Sueldo básico	Horas utilizadas	Costo hora	Costo total
1	Técnico mecánico	\$ 494,10	40	\$ 3,09	\$ 123,53
2	Diseñador	\$ 1.000,00	40	\$ 6,25	\$ 250,00
Costo total de mano de obra					\$ 373,53

Nota: Ricardo Mocha

3.1.3 Costo de máquina

Se define como el tiempo de utilización de la máquina para elaborar un producto o pieza.

Tabla 18.

Costo hora máquina

Costo hora máquina				
Ítem	Máquina	Horas	Costo hora	Costo total
1	Torno	12	\$ 12,50	\$ 150,00
2	Fresadora	8	\$ 15,00	\$ 120,00
3	Soldadora	1 día	\$ 30,00	\$ 30,00
Costo total final				\$ 300,00

Nota: Ricardo Mocha

3.1.4 Costo de insumos

“Insumo es un concepto económico que permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros bienes.” (Definición, 2008)

Tabla 19.

Costo de insumos

Ítem	Insumo	Cant	Costo Unit	Costo total
1	Perno M5x12	9	\$ 0,07	\$ 0,63
2	Perno M5x8	4	\$ 0,07	\$ 0,28
3	Arandela plana y de presión M5	9	\$ 0,05	\$ 0,45
4	Prisionero M5x6	1	\$ 0,12	\$ 0,12
5	Resorte	2	\$ 2,50	\$ 5,00
6	Perno M6x20 (completo)	1	\$ 0,27	\$ 0,27
7	Perno M6x10	3	\$ 0,10	\$ 0,30
8	Perno M6x16 (completo)	4	\$ 0,25	\$ 1,00
9	Perno M8x140 (completo)	1	\$ 0,87	\$ 0,87
10	Perno M8x20	1	\$ 0,36	\$ 0,36
11	Perno M8x12	4	\$ 0,33	\$ 1,32
12	Perno M8x16	2	\$ 0,33	\$ 0,66
13	Perno M10x50 (completo)	3	\$ 0,65	\$ 1,95
14	Anillo seeger exterior Ø15	4	\$ 0,21	\$ 0,84
15	Anillo seeger exterior Ø10	1	\$ 0,10	\$ 0,10
16	Anillo seeger interior Ø25	1	\$ 0,54	\$ 0,54
17	Rodamiento 26x10x8	1	\$ 14,73	\$ 14,73
18	Rodamiento 22x10x6	4		
19	Rodamiento 28x15x7	4		
20	Rodamiento 19x10x5	1		
21	Corredera telescópica	1	\$ 7,14	\$ 7,14
22	Marco y plantilla	1	\$ 65,93	\$ 65,93
23	Goma	50cm	\$ 0,45	\$ 22,50
			Costo total final	\$ 124,99

Nota: Ricardo Mocha

3.1.5 Costo final de la máquina

La suma del total de cada uno de los costos involucrados en la elaboración del proyecto.

Tabla 20.

Costo de insumos

Costo de materia prima	\$ 101,48
Costo de mano de obra	\$ 373,53
Costo hora máquina	\$ 300,00
Costo de insumos	\$ 124,99
Costo final del proyecto	\$ 900

Nota: Ricardo Mocha

Análisis de resultados

3.2 Resultados obtenidos

Para analizar los resultados obtenidos en este proyecto, se comparará entre las alternativas disponibles en el mercado nacional y el equipo obtenido.

Las pruebas que se efectuaron sobre los diferentes soportes de las máquinas, han reflejado que por ser este equipo que contiene los diversos soportes existentes reducirá los tiempos de impresión, factor crucial para mejorar la productividad de la empresa. Estos datos se reflejan en la tabla 25 por medio de un análisis en los tiempos de impresión.

Tabla 21.

Análisis de tiempo.

Máquina	Descripción	Cant	Tiempo c/u (s)	Tiempo total (s)
Solo con articulaciones	Vaso 16onz	10	5	50
	Tasa	10	7	70
	Termo	10	5	50
Solo por rodamientos	Vaso 16onz	10	5	50
	Tasa	10	8	80
	Termo	10	5	50
Mixta / proyecto de titulación	Vaso 16onz	10	4	40
	Tasa	10	6	60
	Termo	10	4	40

Nota: Ricardo Mocha

Nota: Los tiempos de impresión varían según el tamaño del diseño, el cual está relacionado directamente con el perímetro del objeto.

3.2.1 Materiales utilizados

Los materiales utilizados para la construcción de la máquina satisfacen los parámetros de diseño y funcionabilidad, en el desarrollo de las pruebas no generó ningún inconveniente.

Dentro de los elementos considerados como críticos están los rodamientos. Estos al no tener contacto directo con la tinta la cual es considerada como principal agente oxidante, se garantizará una larga vida útil con ayuda de mantenimientos preventivos, como es el caso de la limpieza continua después de ser utilizada la máquina, lubricación cada tiempo según delimite el fabricante (catálogos).

3.2.2 Versatilidad

Como producto final se pudo obtener una máquina que cuenta con los elementos de cada una de las máquinas que se encuentran disponibles en el mercado nacional, tales como: soporte mixto, sistema de regulación de altura (mixto), los cuales promueven a que esta sea una máquina mucho más completa.

Conclusiones

- ✓ En el mercado ecuatoriano en la ciudad de Quito, no existe oferta de una máquina con características de impresión en objetos cilíndricos con un costo razonable el cual puede oscilar desde los 1400 hasta los 2800 dólares, se pudo construir como resultado de este trabajo de titulación se pudo construir una máquina que cubre esta necesidad, fabricada con materia prima e insumos nacionales y a un precio de venta dentro de los márgenes aceptados por el mercado.
- ✓ Se diseñó y construyó una máquina serigráfica tomando las características principales de las máquinas existentes tales como: soporte por matriz, articulado, rodamientos y un sistema de regulación de altura mixto; logrando como resultado una máquina versátil, económica, fácil de transportar ideal para PYMES.
- ✓ La máquina fue diseñada considerando las demandas del mercado en cuanto a facilidad de transportación, versatilidad para imprimir en objetos cilíndricos entre diámetros entre 10mm y 100mm con la ayuda de diferentes soportes, alcanzando así los estándares establecidos.

Recomendaciones

- ✓ De acuerdo a las condiciones y requerimientos del mercado se recomienda tener un plan de mejora continua de la máquina siendo esto la automatización neumática de la misma para así mantenerse a la vanguardia de la tecnología.
- ✓ Se recomienda continuar con la modernización de la máquina acoplando un sistema de impresión multicolor el cual brindará al consumidor muchas más ventajas.

Referencias

- Acuña, A. (2010). *serinet.net*. Recuperado el 12 de Junio de 2015, de <http://www.serinet.net>
- Beer, F. P., E. Russell, J., & DeWolf, J. (2007). *Mecánica de materiales* (Cuarta ed.). México D.F: McGraw-Hill/Interamericana. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015
- Callejas Ayala, C., & Paredes Armas, A. (2002). *Diseño de taller experimental y elaboración de manual de serigrafía*. Ambato. Recuperado el 10 de Junio de 2015
- Castor. (s.f.). *ALFA*. Recuperado el 09 de Octubre de 2015, de http://www.castor.pe/resource/download/catalogo_pdf/pdf_13286493554f31948b0815e.pdf
- Castro, P. H. (16 de Abril de 2015). Recuperado el 13 de Julio de 2015, de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/89693272/Acero-ASTM-A36#scribd>
- Company, D. H. (2010). *Dongguan Hengjin Printing Machinery Company*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2015, de <http://www.gdprintingmachine.es/2-1-5-curved-surface-screen-printer.html>
- Conceptnova. (10 de 2009). Recuperado el 22 de 05 de 2015, de <http://serigrafiamanual.blogspot.com/2009/10/definicion-de-serigrafia.html>
- Crocetex. (10 de Octubre de 2006). Recuperado el 04 de Septiembre de 2015, de Crocetex: <http://crocetex.com/disenio-grafico/serigrafia/38-maquinas-de-impresion-para-objetos-cilindricos>
- Definición. (2008). Recuperado el 29 de Enero de 2016, de <http://definicion.de/insumo/>
- Definición. (2008). Recuperado el 29 de Enero de 2016, de <http://definicion.de/mano-de-obra/>
- DIPAC. (2012). *Catálogo de acero*. Manta. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015
- Eumed.net. (Julio de 2007). Recuperado el 22 de Mayo de 2015, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>
- Fag. (2000). *Rodamientos Fag*. Barcelona: Tecfoto. Recuperado el 22 de Octubre de 2015
- Falcon, A. (22 de Abril de 2014). *youtube*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2015, de <https://www.youtube.com/watch?v=LJuXdQD2Veg>

- G. Budynas, R., & Nisbett, K. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México, D.F.: Mc Graw Hill. Recuperado el 01 de Octubre de 2015
- Laguna Erazo, L. A., & Loachamin Navarrete, V. H. (2009). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA IMPRESORA DE SERIGRAFÍA NEUMÁTICA PARA PLANAS DE FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO*. Riobamba. Recuperado el 22 de Octubre de 2015
- Maldonado Martínez, R. A. (2012). *Contrucción de una máquina para serigrafía cilíndrica*. Quito. Recuperado el 12 de Junio de 2015
- Mariaca Beltrán, Y. D., & Reyes Galindo, S. (2004). *Rediseño de una impresora de serigrafía*. Cuernavaca, Morelos. Recuperado el 12 de Junio de 2015
- Martínez, R. A. (2012). *CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA SERIGRAFÍA*. Quito. Recuperado el 22 de Mayo de 2015
- Mecánica, F. (2014). *Full Mecánica*. Recuperado el 09 de Octubre de 2015, de <http://www.fullmecanica.com/definiciones/t/147-tornillos-de-potencia-mecanica>
- NSK. (2009). *NSK*. Recuperado el 12 de Octubre de 2015, de http://www.nskamericas.com/cps/rde/xbcr/mx_es/Rodamientos.LR.pdf
- Rodríguez, H. S. (2013). *AHMSA*, 2015. Recuperado el 01 de Octubre de 2015, de http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/Capitulo_6.pdf
- Sánchez, I. B. (s.f.). *Apuntes de geografía humana*. Recuperado el 29 de Enero de 2016, de http://ficus.pntic.mec.es/ibus0001/industria/materias_primas.html
- Silksmaq. (2013). *Silksmaq*. Recuperado el 16 de Julio de 2015, de <http://silksmaq.com.br/>

Anexos

Anexo 1: Facturas de materia prima

GUERRERO BARRENO HUGO GERARDO
ACEROS INDUSTRIALES
"OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD"
Ofrece: Aceros - Angulos - Tubería - Platinas - Ejes Planchas y Accesorios Inoxidables; Bronces, Grilón, Chumaceras y Rodamientos

FACTURA 001-001 001001FAC0153096
R.U.C. 1801252170001 **Nº 000153096**
AUT. S.R.I. 1118139789
Fecha de Autorización: 06/ENERO/2016

Cliente: MOCHA RICARDO
Direccion: CARAPUNGO
RUC/CI: 1721749305001
Telefono: 2420115
Observacion:

Emission: 01/02/2016
Vence: 01/02/2016
Vendedor: 4 WILSON GRIJALVA
Nota Pedido:

CODIGO	DESCRIPCION	UNI	CANT.	P.UNIT.	DSCT1	DSCT2	DSCT3	FVP-DSCTO	TOTAL
1210	AC. PLATA RED. 10 MM	MTS	3.100	10.00	10.00%	4.00%	0.00%	9.00	26.78

HUGO GUERRERO B.
1801252170001
Lorena Grijalva
CANCELADO

Con la firma del presente, autorizo a Hugo Guerrero B. a consultar, procesar, reportar y suministrar mi historial crediticio; sea de carácter financiero o comercial; en los burós de información certificados por la Superintendencia de Bancos.

Debo y pagaré a la orden de Guerrero Barreno Hugo G. en el lugar y fecha que se me reconenga el valor total expresado en este documento mas los impuestos respectivos y el máximo interés legal por mora permitido desde su vencimiento sin protesto. Exímese de presentación para el pago así como por falta de este hecho renuncio domicilio y me someto a los jueces competentes de la ciudad de Quito y al trámite ejecutivo verbal sumario a elección de Guerrero Barreno Hugo G. o sus cesionarios. Acepto que Guerrero Barreno Hugo G. ceda y transfiera en cualquier momento los derechos que emanan del presente documento sin que sea necesaria notificación alguna ni nueva aceptación de mi parte. Acepto las condiciones incorporadas en la presente factura a la vista y sin protesto.

Subtotal	Total Dcto.	Tarifa Cero.	Base Imponible	IVA 12% Iva
31.00	4.22	0.00	26.78	3.21

Salida a la Mercadería, NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES

Facturado por: Recibi Conforme
Nombre / CI / Sello

Total a pagar: 29.99

Los Pinos E7-30 e Inés de Medina Telf.: 3280-928 2408-731 2405-415 Telefax: 2401-197 Cel. 0999-656970 (Frente al Batallón Rumiñahui) Quito - Ecuador
IMPRESA BOLIGRAF: BELALCAZAR MOLINA BOLIVAR ABDON, R.U.C. 1711157295001, AUT. 3830, Telf.: 2557 785, Numerado del 000152001 al 000154500 FECHA DE CADUCIDAD: 06/ENERO/2017

GUERRERO BARRENO HUGO GERARDO
ACEROS INDUSTRIALES
"OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD"
Ofrece: Aceros - Angulos - Tubería - Platinas - Ejes Planchas y Accesorios Inoxidables; Bronces, Grilón, Chumaceras y Rodamientos

FACTURA 001-001 001001FAC0150664
R.U.C. 1801252170001 **Nº 000150664**
AUT. S.R.I. 1117592781
Fecha de Autorización: 16/SEPTIEMBRE/2015

Cliente: MOCHA RICARDO
Direccion: CARAPUNGO
RUC/CI: 1721749305001
Telefono: 2420115
Observacion:

Emission: 03/12/2015
Vence: 03/12/2015
Vendedor: 4 WILSON GRIJALVA
Nota Pedido: TRAN

CODIGO	DESCRIPCION	UNI	CANT.	P.UNIT.	DSCT1	DSCT2	DSCT3	FVP-DSCTO	TOTAL
14.5/8	AC. TRANSM. RED. 5/8X470 1PZ	KG	0.780	2.30	10.00%	5.00%	4.00%	2.07	1.43
14.7/8	AC. TRANSM. RED. 7/8X305 1PZ	KG	0.930	2.30	10.00%	5.00%	4.00%	2.07	1.76
38.20	PLANCHAS 1010 H 20X30X60 1PZ	KG	0.440	1.70	10.00%	5.00%	0.00%	1.70	0.75
12.10	AC. PLATA RED. 10 MM	MTS	1.000	10.00	10.00%	5.00%	3.90%	9.00	8.21
12.12	AC. PLATA RED. 12 MM	MTS	1.000	14.00	10.00%	5.00%	3.90%	12.60	11.50
29.1V.ERT.40	ERTALON NEGRO RED. 90X140 1PZ	KG	1.400	13.00	10.00%	5.00%	0.00%	13.00	18.20
29.1V.ERT.40	LAMINA ERTALON NEG. 40X60X70 1PZ	KG	0.300	15.50	10.00%	5.00%	0.00%	15.50	4.65
14.3/8	AC. TRANSM. RED. 3/8X2500 1PZ	KG	1.550	2.30	10.00%	5.00%	4.00%	2.07	2.93
14.31/2	AC. TRANSM. RED. 3 1/2X45 1PZ	KG	2.500	2.99	10.00%	5.00%	0.00%	2.99	7.45

HUGO GUERRERO B.
1801252170001
Lorena Grijalva
CANCELADO

Con la firma del presente, autorizo a Hugo Guerrero B. a consultar, procesar, reportar y suministrar mi historial crediticio; sea de carácter financiero o comercial; en los burós de información certificados por la Superintendencia de Bancos.

Debo y pagaré a la orden de Guerrero Barreno Hugo G. en el lugar y fecha que se me reconenga el valor total expresado en este documento mas los impuestos respectivos y el máximo interés legal por mora permitido desde su vencimiento sin protesto. Exímese de presentación para el pago así como por falta de este hecho renuncio domicilio y me someto a los jueces competentes de la ciudad de Quito y al trámite ejecutivo verbal sumario a elección de Guerrero Barreno Hugo G. o sus cesionarios. Acepto que Guerrero Barreno Hugo G. ceda y transfiera en cualquier momento los derechos que emanan del presente documento sin que sea necesaria notificación alguna ni nueva aceptación de mi parte. Acepto las condiciones incorporadas en la presente factura a la vista y sin protesto.

Subtotal	Total Dcto.	Tarifa Cero.	Base Imponible	IVA 12% Iva
62.53	5.61	0.00	56.92	6.83


Salida a la Mercadería, NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES

Facturado por: Recibi Conforme
Nombre / CI / Sello

Total a pagar: 63.75

Los Pinos E7-30 e Inés de Medina Telf.: 3280-928 2408-731 2405-415 Telefax: 2401-197 Cel. 0999-656970 (Frente al Batallón Rumiñahui) Quito - Ecuador
IMPRESA BOLIGRAF: BELALCAZAR MOLINA BOLIVAR ABDON, R.U.C. 1711157295001, AUT. 3830, Telf.: 2557 785, Numerado del 000147001 al 000152000 FECHA DE CADUCIDAD: 16/SEPTIEMBRE/2016

Anexo 2: Facturas de insumos




LA CASA DEL PERNO

Los Profesionales en Pernos

Martha Cecilia Yáñez Flores

RUC.:1702770841001 • AUT. S.R.I.: 1117590251



FACTURA S002-001-
000008651

Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-179 y Las Hortensias
 Telefax.: 2811- 902 Cel. 0993 402 795 • Quito -Ecuador

CLIENTE: Ricardo Macha FECHA: 2016/02/01
 RUC: 1721749305001 CIUDAD: Quito
 DIRECCIÓN: Carapungo ORDEN DE COMPRA N°: _____
 TELÉFONO: 2420115 VENCIMIENTO: _____
 GUÍA DE REMISIÓN: _____

N°	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA
1	4	P. ALLEH H 6x15	0.25	1.00
2	1	P. H 6x20	0.27	0.27
3	1	PRICION H 5	0.12	0.12
4	1	Seguro	0.10	0.10
5	3	P. ALLEH H. 6x10	0.10	0.30
6	4	P. D H. 8x15 Com.	0.33	1.32
7	1	P. D 8x20 Com.	0.36	0.36
8	2	P. D 10x20	0.56	1.12
9	1	P. A 12x32	0.65	0.65
10	13	P	0.07	0.91
11	8	R. R. Plana H 5	0.05	0.40
12				

CANCELADO
LA CASA DEL PERNO
 FOLIO AUTORIZADO

IMPORTANTE PARA EL CLIENTE:
 1.-La mercadería viaja a cuenta y riesgo del comprador.
 2.- No se aceptan devoluciones de mercadería.

SUBTOTAL	6.19
DESCUENTO	
I.V.A. 12%	0.74
TOTAL \$	6.93

DEBO Y PAGARÉ, a la orden de MARTHA CECILIA YÁÑEZ FLORES, la cantidad de:

.....

FIRMA AUTORIZADA

.....

RECIBI CONFORME

Gráficas Gavilán: GINSON WELLINGTON GAVILÁNEZ BARRAGAN. RUC 0914919204001. AUT. 5532.
 Fecha de Aut: 15/Septiembre/2015. Del 8501 al 8800. Fecha de Caducidad: 15/Septiembre/2016.
 Original: Cliente / Copia Verde: Emisor (Contabilidad) / Copia Celeste: Sin Derecho a Crédito Tributario (Cuentas Por Cobrar)

IMPORTADORES



GLOBALPERNOS

INGENIERÍA EN SUJECIÓN

VALLEJO GUERRA GISELA

R.U.C.: 1709601189001

Obligado a llevar Contabilidad

El Inca, Seis de Diciembre N48-64 y Lizar Zaburo - Quito

Tel.: (02) 3264-294 / 3294-296 • E-mail: ventas@globalpernos.com

FACTURA

No. 001-001- **000034399**

FC00034399

AUT. S.R.I.: 1117750829

Autorización: 19/Octubre/2015 Caducidad: 19/Octubre/2016

FECHA	01/02/2016	CONDICIONES DE VENTA	CONTADO	VENCE	01/02/2016
-------	------------	----------------------	---------	-------	------------

SR (ES)	RICARDO MOCHA	COD. CLIENTE	1721749305
DIRECCION	CARAPUNGO	N/PED. No.	
CIUDAD		O/C	
FAX	2420115	FORMA DE ENVIO	
TELEFONO	2420115		
R.U.C.	1721749305001		

ORD	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
1	1269025	PERNO HEX MM 8.8 NEGRO 8 X 1.25 X 150	1	0.6800	0.68
2	4030084	RODELA PLANA MM 8 CADM	1	0.0500	0.05
3	4057000	RODELA PRESION 5/16	1	0.0400	0.04
4	5169000	TUERCA HEX MM 8 X 1.25 CADM	1	0.1000	0.10
5	8000E15	SEGURO EXTERIOR E-15	4	0.2053	0.82
6	8000E25	SEGURO EXTERIOR E-25	1	0.5357	0.54
SUBTOTAL		2.23			
DESCUENTO		0.00			
BASE IMPONIBLE		2.23			
I.V.A. 12%		0.27			
TOTAL A PAGAR				\$	2.50

Debo y pagaré en favor de VALLEJO GUERRA GISELA. En el plazo aquí estipulado el valor constante en esta factura, por el servicio detallado en la misma. En caso de mora prometo reconocer el interés por mora legal vigente calculado a la época en que se efectúe el pago efectivo, así como cubrir todos los gastos judiciales, y extrajudiciales inclusive los honorarios profesionales que ocasione el cobro siendo suficiente prueba para establecer tales gastos, la mera aseveración del acreedor, quedo (amos) sometido (s) a los jueces o tribunales de esta ciudad o a las que elija el acreedor y a la vía ejecutiva.

1. Cambios solo con la factura y dentro de las 48 horas posteriores a la fecha de compra siempre y cuando el producto este en perfectas condiciones.
2. La mercadería amparada en este documento, viajan por cuenta y riesgo del comprador.

RECIBÍ CONFORME

FIRMA Y SELLO

NOMBRE:

GLOBALPERNOS

FIRMA AUTORIZADA Y SELLO

Original: Cliente Copia Rosada: Emisor

FESAEQUADOR S.A., 1792094835001, AUT. SRI 6496, PT104_002807 JP • CANT. 3000 DEL 32201 AL 35200

Anexo 3: Plano general de conjunto

